

PREINSPECCION CON MIRAS A CERTIFICACION RETIE DE LA OBRA  
CAM-YUMBO

EDWIN MUÑOZ TEJADA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE ENERGETICA Y MECANICA  
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRICA  
SANTIAGO DE CALI  
2008

PREINSPECCION CON MIRAS A CERTIFICACION RETIE DE LA OBRA  
CAM -YUMBO

EDWIN MUÑOZ TEJADA

Pasantía para optar al título de  
Ingeniero Electricista

Director  
Carlos Alberto Borrero  
Ingeniero Eléctrico

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE ENERGETICA Y MECANICA  
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRICA  
SANTIAGO DE CALI  
2008

Notas de aceptación:

Aprobado por el comité de grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Electricista

Bernardo Sabogal

---

Firma del jurado

José Kenji Guatanave

---

Firma del jurado

Carlos Alberto Borrero

---

Firma del Director

Santiago de Cali, 10 de Febrero de 2009

## Dedicatoria

A mi papá, Argemiro Muñoz, quién durante todo el tiempo estuvo presente, confió en mí a pesar de las adversidades apoyándome incondicionalmente. Viejo, hoy compartes mi alegría y quiero que sepas que tu sacrificio obtuvo su resultado.

A mi mamá, Libia Tejada, no solo dedicártelo, es tuyo, por educarme y por dejarme saber incluso a través de tu silencio que siempre estabas conmigo, tu amor me animaba cuando las cosas se complicaban.

A mi esposa Luz Ángela, mi amor, por la paciencia, por el tiempo que pasábamos juntos frente al computador tratando de hacer un buen material y por su espera en el tiempo que deje de dedicarle por estar entre los libros.

Y a mi pequeña Gabriela, quién enciende mi motor todos los días y me hace vibrar el corazón.

## Agradecimientos

En primer lugar quiero agradecer a Dios, quién le da sentido a mi vida y me proveyó la fuerza suficiente para lograr esta meta propuesta.

A la Universidad, por ser un foco de formación y a mis profesores por las enseñanzas impartidas.

A mi director de Proyecto, Ingeniero Carlos Alberto Borrero, por la paciencia, orientación y dirección durante todo el desarrollo del trabajo.

Al Ingeniero José Luis Muñoz, Gerente de Colredes, por la oportunidad y confianza brindada para desarrollar allí mi pasantía.

A los Ingenieros Víctor Cruz y Néstor Valencia, por su colaboración cada vez que los requería.

Al equipo de trabajo, y a muchos que durante todo este camino, aportaron su conocimiento y experiencia, les extendo mi más sincero agradecimiento.

## CONTENIDO

	pág.
GLOSARIO	14
RESUMEN	15
INTRODUCCION	16
1. ASPECTOS GENERALES	18
1.1 PLANOS	18
1.2 PRODUCTOS ELECTRICOS	18
2. LINEA DE ALIMENTACION	22
2.1 PRESENCIA DE PUESTA A TIERRA	22
2.2 AGRUPAMIENTO	24
2.3 LONGITUD	26
2.4 SEPARACION	28
2.5 USO DE CANALIZACIONES O BANDEJAS	33
2.6 SUJECION	38
2.7 CONTINUIDAD	38
3. SUBESTACION ELECTRICA	39
3.1 VENTILACION, HUMEDAD Y OBSTRUCCIONES	39
3.2 BOVEDA	40
3.3 LOCALIZACION DE SUBESTACIONES	42
3.4 ACCESO	43
3.5 COMBUSTIBLES ADYACENTES Y USO DE SALAS	43

3.6 CRUCE DE CANALIZACIONES EN SUBESTACIONES	43
3.7 SEÑALIZACION DE SEGURIDAD	43
3.8 DISTANCIAS DE SEGURIDAD	44
3.9 TABLEROS DE DISTRIBUCION, CAJAS DE CORTE	45
3.9.1 Puesta a tierra	45
3.9.2 Identificación	45
3.9.3 uso en lugares húmedos	46
3.9.4 Posición en las paredes	46
3.9.5 Aberturas no utilizadas	46
3.9.6 Conductores	46
3.9.7 Espacios de trabajo	48
4. FUERZA	49
4.1 TABLEROS DE DISTRIBUCION, CAJAS DE CORTE	49
4.1.1 Puesta a tierra	49
4.1.2 Identificación	49
4.1.3 Uso en lugares húmedos	50
4.1.4 Posición en las paredes	51
4.1.5 Aberturas no utilizadas	51
4.1.6 Conductores	52
4.1.7 Espacios de trabajo	55
5. ZONA DE OFICINAS	57
5.1 TABLEROS DE PROTECCION	57
5.1.1 Puesta a tierra	57

5.1.2	Identificación	57
5.1.3	Uso en lugares húmedos	57
5.1.4	Posición en las paredes	57
5.1.5	Aberturas no utilizadas	58
5.1.6	Conductores	58
5.1.7	Espacios de trabajo	59
5.2	CIRCUITOS RAMALES	60
5.2.1	Protecciones	60
5.2.2	Capacidad nominal	61
5.2.3	Identificación	61
5.2.4	Tomacorrientes	62
5.3	DIVISIONES DE OFICINAS	62
5.3.1	Canalizaciones	62
5.3.2	Conexiones eléctricas	63
5.3.3	Alumbrado	63
5.4	ILUMINACION	64
5.4.1	Memoria de cálculo	64
5.4.2	Lámparas de descarga	64
5.4.3	Alumbrado de emergencia	64
5.5	AIRE ACONDICIONADO	64
5.5.1	Rotulado	64
5.5.2	Protecciones	66
5.5.3	Medios de desconexión	69
5.5.4	Dimensionamiento	69



5.5.5 Toma corrientes e iluminación	70
6. SISTEMAS DE EMERGENCIA	72
6.1 APLICABILIDAD	72
6.2 DIMENSIONAMIENTO	74
6.3 TIEMPO DE ENTRADA EN OPERACIÓN	75
6.4 ENSAYOS	75
6.5 ACCESILIDAD	76
6.6 RESPALDO DE BATERIAS	76
6.7 DISPONIBILIDAD DE COMBUSTIBLE	76
6.8 TRANSFERENCIA	77
6.9 SEÑALIZACION	77
6.10 ALAMBRADO	78
6.11 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	78
6.12 TOMACORRIENTES	80
7. DESCRIPCION Y DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES	81
8. CONCLUSIONES	85
9. RECOMENDACIONES	86
BIBLIOGRAFIA	87
INDICE	88
ANEXO	89

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Informe de inspección y certificado de conformidad	20
Tabla 2. Posición arancelaria de productos	21
Tabla 3. Distancia entre soportes de los conductores	35
Tabla 4. Distancias de seguridad	44
Tabla 5. Espacio mínimo para doblado de los cables en los terminales y ancho mínimo de las canaletas de alambrado en pulgadas	47
Tabla 6. Espacio mínimo para curvatura de cables en los terminales	48
Tabla 7. Cronograma	81

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Soldadura exotérmica electrodo malla a tierra	20
Figura 2. Soldadura malla a tierra	21
Figura 3. Electrodo de puesta a tierra en cobre	23
Figura 4. Canalización de voz-datos y fuerza	24
Figura 5. Canalización cuarto de tableros piso 1	25
Figura 6. Canalización de fuerza sótano	25
Figura 7. Salidas de conductores en interruptor	26
Figura 8. Salida de conductores en toma	27
Figura 9. Salida de conductor mayor a 15 cm de longitud	27
Figura 10. Bandeja portacables libre de otras instalaciones	28
Figura 11. Bandeja portacables piso 2	29
Figura 12. Bandeja portacables piso 3	29
Figura 13. Bandeja portacables con herrajes	30
Figura 14. Continuidad en las bandejas portacables	31
Figura 15. Bandeja portacables conectaba a tierra	32
Figura 16. Continuidad eléctrica de las bandejas portacables	32
Figura 17. Conduletas LB y caja de paso	33
Figura 18. Conductores en caja de paso	34
Figura 19. Empalme de tubería PVC y tubería MT	36
Figura 20. Tubería PVC empotrada en columna	37
Figura 21. Tubería PVC Auditorio del Consejo	37

Figura 22. Sujeción de tableros y bandeja portacables	38
Figura 23. Carcamo de subestación Sótano	39
Figura 24. Avistamiento de colas de malla a tierra	41
Figura 25. Recorrido total del carcamo	41
Figura 26. Ventilación de la subestación	42
Figura 27. Zona de seguridad	44
Figura 28. Distancia de seguridad contra contacto directo	45
Figura 29. Cola de malla a tierra	49
Figura 30. Señalización en dispositivos de subestación	50
Figura 31. Cuarto de tableros piso 3	51
Figura 32. Tubería MT y caja de paso. Auditorio	53
Figura 33. Tablero de Auditorio	55
Figura 34. Curvas en tuberías MT	55
Figura 35. Cajas de paso Auditorio	56
Figura 36. Canalizaciones de tomas de oficina	63
Figura 37. Aires acondicionados ala izquierda	65
Figura 38. Conexión aire acondicionado	67
Figura 39. Lámpara de emergencia de escalera	73
Figura 40. Lámpara de emergencia en oficina	73
Figura 41. Planta eléctrica de la subestación	79

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Lista de Verificación de Instalaciones Eléctricas Checklist	89
Anexo B. Acta Numero 1	98
Anexo C. Acta Numero 2	99
Anexo D. Acta Numero 3	100

## GLOSARIO

**ANALISIS DE RIESGOS:** conjunto de técnicas para definir, clasificar y evaluar los factores de riesgo y la opción de las medidas para su control.

**CALIDAD:** la totalidad de las características de un ente que el confieren la aptitud para satisfacer necesidades explícitas e implícitas. Es un conjunto de cualidades o atributos, como disponibilidad, precio, confiabilidad, durabilidad, seguridad, continuidad, consistencia, respaldo y percepción.

**CERTIFICACION:** procedimiento mediante el cual un organismo expide por escrito o por un sello de conformidad, que un producto, un proceso o servicio cumple un reglamento técnico o unas normas de fabricación.

**CERTIFICADO DE CONFORMIDAD:** documento emitido conforme a las reglas de un sistema de certificación, en el cual se puede confiar razonablemente que un producto, proceso o servicio es conforme con una norma, especificación técnica u otro documento normativo específico.

**CONTROL DE CALIDAD:** proceso de regulación, a través del cual se mide y controla la calidad real de un producto o servicio.

**ESPECIFICACION TECNICA:** documento que establece características técnicas mínimas de un producto o servicio.

**NORMA TECNICA:** documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que suministra, para uso común y repetido, reglas, directrices y características para las actividades o sus resultados, encaminados al logro del grado óptimo de orden en un contexto dado. Las normas técnicas se deben basar en los resultados consolidados de la ciencia, la tecnología y la experiencia y sus objetivos deben ser los beneficios óptimos para la comunidad.

**NORMA TECNICA COLOMBIANA (NTC):** norma técnica aprobada o adoptada como tal por el organismo nacional de normalización.

**ORGANISMO DE CERTIFICACION:** entidad imparcial, pública o privada, nacional, extranjera o internacional, que posee la competencia y la confiabilidad necesarias para administrar un sistema de certificación, consultando los intereses generales.

**REGLAMENTO TECNICO:** documento en el que se establecen las características de un producto, servicio o los procesos y métodos de producción, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables y cuya observancia es obligatoria.

## RESUMEN

Todo el tiempo que se invirtió en el desarrollo el proyecto de grado en la modalidad de pasantía, en el CAM de Yumbo, se supervisó que, todo montaje e instalación eléctrica cumpliera con lo estipulado en el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE), y la norma NTC 2050, en sus primeros siete capítulos, cuyo objeto fundamental es establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal, y de la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Y que como reglamento técnico es de carácter obligatorio. La preinspección con miras a certificación Retie, fue la preparación de la obra para su certificación final, la cual, en efecto fue certificada en distribución, transformación y utilización, por la empresa Applus Norcontrol de Colombia Ltda.

## INTRODUCCION

La entrada en vigencia del RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas), a partir del primero de mayo de 2005, expedido mediante Resolución 180398 del 7 de abril de 2004, tiene como objetivo principal establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, minimizando o eliminando riesgos de origen eléctrico en los procesos de generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica en el territorio nacional. Es de obligatorio cumplimiento el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, el cual hace precisa la aplicación de la norma NTC 2050 Código Eléctrico Colombiano, en sus primeros siete capítulos.

Toda instalación eléctrica que cumpla con las disposiciones del Retie y la norma NTC 2050 (diseño, construcción, mantenimiento), estará prácticamente libre de riesgos y salvaguardara la vida y bienes de las personas.

Por tal motivo la empresa Colredes de Occidente firma contratista del consorcio de la obra "Centro Administrativo Municipal" (CAM) de la ciudad de Yumbo, en su misión, nos permitió realizar una preinspección de la obra con miras a ser certificada por entes calificados RETIE, ya que durante el desarrollo de la obra se vio la necesidad de efectuar algunas correcciones y modificaciones con respecto al diseño inicialmente existente, y que no estuvieron contemplados en el mismo; por otro lado se realizó la verificación del certificado de conformidad de los materiales utilizados en la instalación eléctrica en dicha obra antes de ser instalados; así, como efectuar un seguimiento continuo durante el desarrollo de las instalaciones eléctricas, la presentación de sugerencias que tuvieron como fundamento las normas vigentes de instalaciones eléctricas, y que fueron viables en su ejecución, teniendo claro que, un estudiante de pregrado no está en capacidad de certificar obras, pero sí en efectuar una preparación para la inspección final.

Colredes de Occidente permitió que por medio de la preinspección, se lograra poner al descubierto cualquier omisión a la normatividad vigente, para tomar los correctivos pertinentes y evitar posibles sanciones o sobrecostos.

Para garantizar el cumplimiento de la reglamentación se creó y estableció una lista de verificación de instalaciones eléctricas, para así poder realizar un seguimiento a través de la recolección de datos, evidencias y verificar el estado de cumplimiento del mismo. Esta lista de verificación contiene aspectos, los cuales consideramos son los más relevantes para el desarrollo de la preinspección de la obra y que anexo a continuación.

El presente trabajo tiene como objetivo general, la realización de una preinspección de las instalaciones eléctricas, en la obra; Centro Administrativo Municipal de la ciudad de Yumbo. Para este efecto buscará la utilización de lista de chequeo para comprobar el cumplimiento del RETIE, la revisión de listado de materiales que cumplen o no con el certificado de conformidad de los productos utilizados en el desarrollo de la obra, la programación de reuniones periódicas para exponer aspectos a corregir durante el desarrollo de la preinspección y un plan de trabajo donde se verifique el estado parcial de los planos existentes y los posibles cambios a efectuarse.



Dentro de la técnica y metodología implementada en el desarrollo de la pasantía se utiliza un elemento importante llamado checklist. Este nos presenta una ruta válida, apropiada y ordenada que facilita cumplir con el objetivo trazado en este trabajo “Preinspección con miras a certificación RETIE de la Obra CAM-Yumbo”, pues consta de una lista donde se menciona y enumera todos los aspectos que fueron observados, estudiados y analizados para posteriormente obtener un criterio veraz acerca de las instalaciones eléctricas de la obra en mención y así proceder a modificar o corregir según haya lugar.

La aplicación del checklist es pertinente; pues teniendo en cuenta el tipo de edificación en curso, principalmente nos permite ajustarnos a la normatividad actual; siendo la base fundamental de esta preinspección el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE y los primeros siete capítulos de la Norma Técnica Colombiana NTC 2050; por otro lado y según lo investigado se tiene en cuenta que algunos entes certificadores utilizan este tipo de método que logra en forma práctica y satisfactoria la recolección de datos, la reseña precisa y la justificación de cada aspecto, conforme al artículo exacto que lo regula, también se consigue que el estudiante en práctica se apropie y familiarice con la norma eléctrica vigente y a posteriori este documento facilitará la comprensión y verificación de quién acceda a él o requiera referirse a determinado artículo en detalle.

Esta lista de Verificación está compuesta por 6 Temas, que presentan ideas principales, tales como aspectos generales, líneas de alimentación, subestaciones eléctricas, fuerza, zona de oficinas y sistemas de emergencia, Subtemas o ideas subsiguientes más específicas, que señalan y delimitan los componentes de cada tema y Aspectos que muestran un mapa conceptual acerca de las instalaciones eléctricas que precisan inspección detallada y minuciosa, involucra el Artículo Retie que confirma y remite a la ubicación exacta de las disposiciones numeradas en la ley que regula las instalaciones eléctricas, la revisión en oficina y en campo, la aprobación del cumplimiento o no cumplimiento de la norma, su aplicabilidad para este efecto y observaciones que ayudan al mejoramiento y adaptabilidad a la norma

## 1. ASPECTOS GENERALES

### 1.1 PLANOS

Artículo 47 Retie. Evaluación de conformidad. Numeral 8 inspección y certificación de conformidad de instalaciones. Todas las instalaciones eléctricas construidas en Colombia a partir de la entrada en vigencia del presente reglamento deben de tener su certificado de conformidad con el presente reglamento, el cual debe ser expedido por una entidad acreditada por el organismo nacional de acreditación o habilitada por la entidad que el ministerio de minas y energía determine.

Los propietarios o administradores de una instalación eléctrica de uso comercial, industrial, oficial o residencial multifamiliar, deben mantener disponible una copia del informe de inspección y verificación de conformidad, para ser consultado por la autoridad competente o el operador de red. El informe de resultado de la inspección y pruebas de la instalación destinada al uso final de la electricidad, deberá determinar el cumplimiento o incumplimiento de los datos que apliquen, relacionados en el informe de inspección y verificación de conformidad. Se verificará la existencia de planos, y que estos cuenten con cuadro de convenciones para aclarar la simbología utilizada, además de la coincidencia de la instalación construida con relación a los planos definitivos. (Tabla 1)

### 1.2 PRODUCTOS ELÉCTRICOS

Artículo 2 Retie. Campo de aplicación. El presente reglamento debe ser aplicado a toda nueva instalación o ampliación, a partir de su entrada en vigencia, en los procesos de generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica, Igualmente aplica a productores, importadores y comercializadores de los productos de mayor utilización en las instalaciones eléctricas. (Tabla 2)

Artículo 47 Retie. Evaluación de conformidad. Numeral 1 Certificación de conformidad de productos. Los materiales, maquinas, conjuntos y subconjuntos, a ser utilizados en las instalaciones eléctricas en Colombia, a los que se refiere este reglamento técnico, deben cumplir los requisitos del presente reglamento que les sea de aplicación y demostrarlo a través del certificado de conformidad, previo a su comercialización. No se podrá prohibir, limitar ni obstaculizar la comercialización, ni la puesta en funcionamiento de los productos que cumplan con las disposiciones del presente reglamento.

La elección de los materiales eléctricos y su instalación estará en función de la seguridad, su uso y empleo e influencia del entorno electromagnético. Los criterios básicos de selección son:

- Tensión: la nominal de la instalación.
- Corriente: que trabaje con la corriente de operación normal.

- Frecuencia: se debe tomar en cuenta la frecuencia de servicio cuando influya en las características de los materiales.
- Potencia: que no supere la potencia de servicio.
- Corriente de cortocircuito: los equipos deben soportar las corrientes de cortocircuito previstas.
- Compatibilidad de los materiales: no deben causar deterioro en otros materiales, en el medio ambiente ni en las instalaciones eléctricas adyacentes.
- Tensión de ensayo eléctrico: tensión asignada mayor o igual a las sobretensiones previstas.
- Otras características: otros posibles parámetros eléctricos a tener en cuenta (factor de potencia, tipo de servicio, etc.)
- Características de los materiales en función de las influencias externas (medio ambiente, condiciones climáticas, corrosión, altitud etc.)

Previamente a su comercialización, los fabricantes, importadores o comercializadores de los productos sometidos a este reglamento técnico, deben mostrar su cumplimiento a través de un certificado de conformidad expedido por un organismo de certificación de productos acreditado por la superintendencia de industria y comercio, de acuerdo con los procedimientos establecidos en los artículos 7º y 8º del decreto 2269 de noviembre de 1993.

Tabla 1. Informe de inspección y certificado de conformidad

**MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA**  
**REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE)**  
**INFORME DE INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE CONFORMIDAD**

No.

**Lugar y fecha** \_\_\_\_\_

<b>Propietario de la Obra:</b> _____					
<b>Tipo de proceso:</b>	Generación <input type="checkbox"/>	Transmisión <input type="checkbox"/>	Transformación <input type="checkbox"/>	Distribución <input type="checkbox"/>	Utilización <input type="checkbox"/>
<b>Tipo de uso de la instalación:</b>	Residencial <input type="checkbox"/>	Comercial <input type="checkbox"/>	Industrial <input type="checkbox"/>	Oficial <input type="checkbox"/>	Hospitalaria <input type="checkbox"/>
<b>Capacidad instalada (kVA):</b> _____	<b>Tensión (V)</b> _____	<b>Año construcción</b> _____ <b>Instalación</b> _____			
<b>Persona responsable del diseño:</b> _____				<b>Mat. Prof.</b> _____	
<b>Persona responsable de la construcción:</b> _____				<b>Mat. Prof.</b> _____	
<b>Persona responsable de la interventoría (si la hay):</b> _____				<b>Mat. Prof.</b> _____	

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	APLICA	CUMPLE	NO CUMPLE
1	Accesibilidad a todos los dispositivos de control y protección.			
2	Bomba contra incendio.			
3	Continuidad de los conductores de tierras y conexiones equipotenciales.			
4	Corrientes en el sistema de puesta a tierra.			
5	Dispositivos de seccionamiento y mando.			
6	Distancias de seguridad			
7	Ejecución de las conexiones.			
8	Ensayo de polaridad.			
9	Ensayo dieléctrico específico.			
10	Ensayos funcionales.			
11	Existencia de memorias de cálculo			
12	Existencia de planos, esquemas, avisos y señales.			
13	Funcionamiento del corte automático de la alimentación.			
14	Identificación de conductores de neutro y de tierras.			
15	Identificación de los circuitos y de tuberías.			
16	Materiales acordes con las condiciones ambientales.			
17	Niveles de iluminación			
18	Protección contra efectos térmicos.			
19	Protección contra electrocución por contacto directo.			
20	Protección contra electrocución por contacto indirecto			
21	Resistencia de puesta a tierra.			
22	Resistencia de suelos y paredes.			
23	Resistencias de aislamiento.			
24	Selección de conductores.			
25	Selección de dispositivos de protección contra sobrecorrientes.			
26	Selección de dispositivos de protección contra sobretensiones			
27	Sistema de protección contra rayos.			
28	Sistemas de emergencia			
29	Valores de campos Electromagnéticos			

**NOTA:** En instalaciones de viviendas y pequeños comercios, los ítems a verificar son: 1, 3, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 23, 24 y 25

<b>OBSERVACIONES, MODIFICACIONES Y ADVERTENCIAS ESPECIALES (si las hay)</b>

<b>RESULTADO:</b>	APROBADA <input type="checkbox"/>	CONDICIONADA <input type="checkbox"/>	NO APROBADA <input type="checkbox"/>
-------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------

<b>Persona calificada responsable de la inspección:</b>		<b>Nombre</b> _____
<b>Firma</b> _____	<b>Documento de identidad</b> _____	<b>Mat. Prof.</b> _____
<b>Acreditación o habilitación</b> _____		

Tabla 2. Posición arancelaria de productos

PRODUCTO
Aisladores eléctricos de vidrio
Aisladores eléctricos de cerámica
Demás aisladores eléctricos
Alambre de cobre sin aislar de diámetro > a 6 mm.
Alambre de cobre sin aislar de diámetro > a 6 mm.
Alambres de aluminio sin aislar
Balizas plásticas utilizadas como señales de aeronavegación
Balizas de aluminio utilizadas como señales de aeronavegación
Bombillas incandescentes de < de 200 W.
Cables de aluminio sin aislar
Cables de aluminio aislados
Cables de aluminio con alma de acero
Cables de cobre sin aislar
Cables de cobre aislados entre 80 y 1000 V.
Cinta aislante
Clavijas eléctricas para uso general
Controladores o impulsores para cercas eléctricas
Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias para menos de 1000 V.
Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias para más de 1000 V. (limitadores de tensión).
Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias para más de 1000 V. (amortiguadores de onda).
Electrodos de puesta a tierra en cobre.
Electrodos de puesta a tierra en acero con recubrimiento de cobre.
Generadores de corriente alterna de potencia ≤ a 75 kVA (< a 18,5 kVA).
Generadores de corriente alterna de potencia ≤ a 75 kVA (de 18,5 kVA a 30 kVA).
Generadores de corriente alterna de potencia > a 30 kVA pero ≤ a 75 kVA.
Generadores de corriente alterna de potencia > a 75 kVA pero ≤ 375 kVA.
Generadores de corriente alterna de potencia > a 375 kVA pero ≤ 750 kVA.
Generadores de corriente alterna de potencia > a 750 kVA.
Herrajes
Interruptores automáticos para tensión ≤ a 260 V y capacidad ≤ a 30 A.
Interruptores automáticos para tensión ≤ a 260 V y capacidad > a 30 A.
Interruptores manuales de baja tensión
Motores eléctricos para tensiones nominales > a 25 V. clasificados en la partida 85.01 excepto los de potencia ≤ a 37,5 W.
Portalámparas para bombilla incandescente
Puestas a tierra temporales
Tomacorrientes para uso general
Torres de transmisión
Transformadores de potencia ≤ a 10 kVA (dieléctrico líquido).
Transformadores de potencia > a 10 kVA y ≤ a 650 kVA (dieléctrico líquido).
Transformadores de potencia > a 650 kVA ≤ a 1000 kVA (dieléctrico líquido).
Transformadores de potencia > a 1000 kVA y ≤ a 10000 kVA (dieléctrico líquido).
Transformadores de potencia > 1 kVA y ≤ a 10 kVA (dieléctrico no líquido).
Transformadores de potencia > a 10 kVA y ≤ a 16 kVA (dieléctrico no líquido).
Transformadores de potencia > a 16 kVA pero ≤ a 500 kVA (dieléctrico no líquido).
Transformadores de potencia > a 500 kVA y ≤ a 1600 kVA (dieléctrico no líquido).
Transformadores de potencia > a 1600 kVA y ≤ a 10000 kVA (dieléctrico no líquido).
Tuberías para instalaciones eléctricas de hierro o aleación de hierro

## 2. LINEA DE ALIMENTACION

### 2.1 PRESENCIA DE PUESTA A TIERRA

Artículo 15º Retie. Puesta a tierra. Toda instalación eléctrica, debe disponer de un sistema de puesta a tierra, en tal forma que cualquier punto del interior o exterior, normalmente accesible a personas que puedan transitar o permanecer allí, no estén sometidos a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad cuando se presente una falla.

Los objetivos de un sistema de puesta a tierra son: la seguridad de las personas, la protección de las instalaciones y la compatibilidad electromagnética.

Las funciones de un sistema de puesta a tierra son:

- Garantizar las condiciones de seguridad a los seres vivos
- Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas
- Servir de referencia al sistema eléctrico
- Conducir y disipar las corrientes de falla con suficiente capacidad.
- En algunos casos, servir como conductor de retorno.
- Transmitir señales en RF en onda media.

Se debe tener presente que el criterio fundamental para garantizar la seguridad de los seres humanos, es la máxima corriente que pueden soportar, debida a las tensiones de paso, de contacto o transferencia y no el valor de resistencia de puesta a tierra tomado aisladamente.

Sin envergo, un bajo valor de la resistencia de puesta a tierra es siempre deseable para disminuir la máxima elevación de potencial.

Figura 1. Soldadura exotérmica electrodo-malla tierra



Figura 2. Soldadura malla a tierra



Figura 3. Electrodo de puesta a tierra en cobre





## 2.2 AGRUPAMIENTO. 303 NTC 2050 CONDUCTORES

- Se prohíbe el uso de alambrado de edificaciones, como por ejemplo los conductores aislados individuales identificados como THHN, fuera de un método de alambrado reconocido.
  - Conductores del mismo circuito. Todos los conductores del mismo circuito y el conductor puesto a tierra y todos los conductores de puesta a tierra de los equipos, cuando los haya, deben estar instalados en la misma canalización, bandeja portacables, zanja, cable o cordón.
- Los conductores de circuitos se deberían agrupar para evitar incrementos en la impedancia total del circuito y para reducir el calentamiento por inducción.

Figura 4. Canalización voz y datos-fuerza

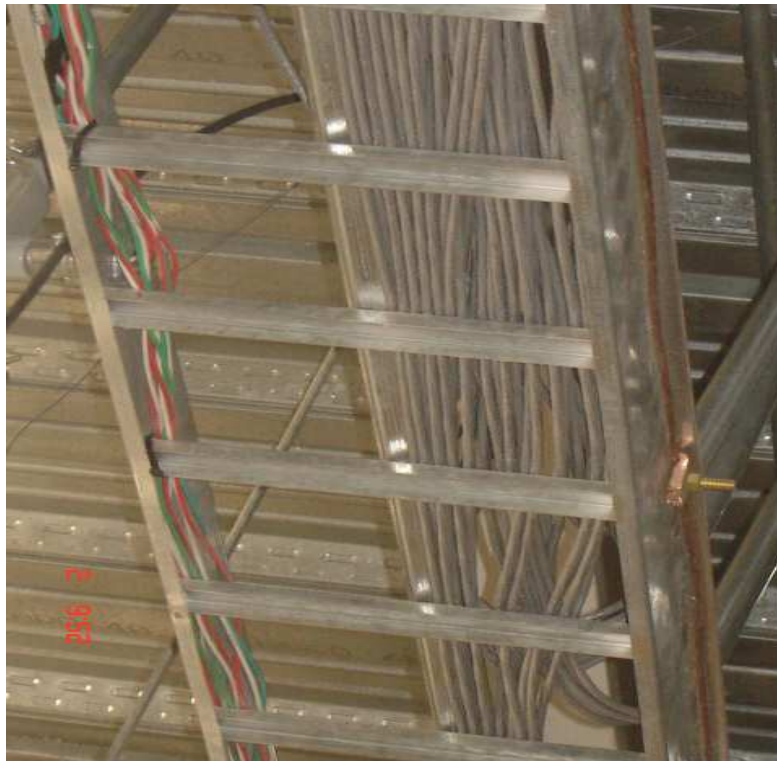




Figura 5. Canalización cuarto de tableros piso 1



Figura 6. Canalización de fuerza sótano



### 2.3 LONGITUD

300-14 NTC 2050 Longitud de los conductores libres en las salidas, uniones y puntos de conmutación.

En todos los puntos de salidas, uniones y de interruptores, debe quedar como mínimo una longitud de 15 cm libre en los conductores para empalmes o conexiones de elementos o dispositivos eléctricos.

Excepción. Los conductores no empalmados o que no terminan en el punto de salida, de unión o de interruptor.

Figura 7. Salida de conductores en interruptores



Figura 8. Salida de conductores en tomas



Figura 9. Salida de conductores mayor a 15cm de longitud



## 2.4 SEPARACIÓN

300-8 NTC 2050 Instalación de conductores con otros sistemas. En las canalizaciones o bandejas portacables que contengan conductores eléctricos no debe haber ningún tubo, tubería o similar para vapor, agua, aire, gas, drenaje o cualquier otra instalación que no sea eléctrica.

Figura 10. Bandejas portacables libre de otras instalaciones



Figura 11. Bandeja portacables piso 2



Figura 12. Bandejas portacables piso 3





318-5 NTC 2050 Especificaciones de construcción.

- Resistencia y rigidez. Las bandejas portacables deben tener resistencia y rigidez suficientes para que ofrezcan un soporte adecuado a todos los cables instalados en ellas.
- Bordes redondeados. Las bandejas portacables no deben tener bordes afilados, rebabas o salientes que puedan dañar los forros o aislamientos de los cables.
- Protección contra la corrosión. Las bandejas portacables deben ser de un material resistente a la corrosión o, si son de metal, estar adecuadamente protegidas contra la corrosión.
- Barandillas laterales. Las bandejas portacables deben tener barandillas laterales u otros miembros estructurales equivalentes.
- Herrajes. Las bandejas portacables deben tener herrajes u otros medios adecuados para poder cambiar la dirección y elevación de los cables.

Figura 13. Bandejas portacables con herrajes



318-6 NTC 2050 Instalación.

- Sistema completo. Las bandejas portacables se deben instalar formando un sistema completo. Si se hacen durante las instalaciones curvas o modificaciones, se deben hacer de manera que se mantenga la continuidad eléctrica del sistema de bandeja portacables y el soporte de los cables. Se permite que las bandejas portacables tengan segmentos mecánicamente discontinuos entre los tramos de cables o entre los cables y los equipos.

- Tapas. En las partes o tramos en los que se requiera mayor protección, se deben instalar tapas o encerramientos protectores de un material compatible con el de la bandeja portacables.

Figura 14. Continuidad en las bandejas portacables



318-7 NTC 2050 Puesta a tierra.

- Bandejas portacables metálicas. Las bandejas portacables metálicas que soporten conductores eléctricos se deben poner a tierra para los encerramientos de conductores.
- Las partes de una bandeja portacables, los herrajes y los conductos conectados se deben conectar equipotencialmente, con conectores metálicos empernados o puentes de conexión equipotencial dimensionados e instalados.

Figura 15. Bandeja portacables conectada a tierra



300-10 NTC 2050 Continuidad eléctrica de las canalizaciones y encerramientos metálicos. Las canalizaciones, armaduras y otros encerramientos metálicos de conductores, se deben unir metálicamente formando un conductor eléctrico continuo y se deben conectar así a todas las cajas, herrajes y accesorios, de modo que ofrezcan una continuidad eléctrica efectiva. Las canalizaciones y conjuntos de cables se deben sujetar mecánicamente a las cajas, armarios, herrajes y otros encerramientos.

Figura 16. Continuidad eléctrica de la bandeja portacables





## 2.5 USO DE CANALIZACIONES Y BANDEJAS

300-15 NTC 2050 Cajas, conduletas o accesorios: cuando son necesarios

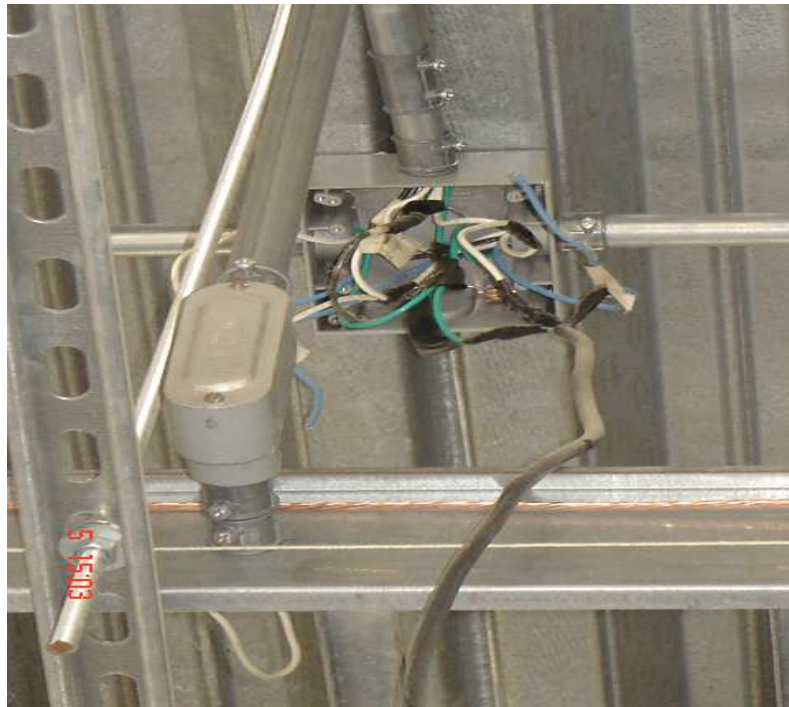
- Cajas o conduletas. Se debe instalar una caja o conduleta que cumpla lo establecido en las Secciones 370-16 y 370-28 en cada punto de empalme de un conductor, salida, punto de unión, punto de interruptor o punto de tensado de la tubería conduit, tubería eléctrica metálica, canalización superficial u otro tipo de canalización. Las tapas de estas cajas o conduletas deben ser desmontables y accesibles después de su instalación.
- Sólo cajas. Se debe instalar una caja en todos los puntos de empalme de los conductores, salidas, puntos de interruptor, puntos de unión o puntos de tensado de cables de tipo AC, MC, con aislamiento mineral, con recubrimiento metálico, con recubrimiento no metálico u otros. Se debe instalar una caja en el punto de conexión entre cualquiera de esas instalaciones y el sistema de canalizaciones y en cada salida y punto de interruptor de las instalaciones ocultas de tubo con aislador.
- Herrajes y conectores. Los herrajes y conectores sólo se utilizarán en las instalaciones específicas para las que estén diseñados y certificados.
- Equipos. En una salida se permite utilizar una caja de conexiones integral o compartimiento de alambrado, como parte del equipo certificado, en vez de una caja.

Figura 17. Conduletas LB y caja de paso



300-17 NTC 2050 Número y tamaño de los conductores en una canalización.  
El número y tamaño de los conductores en cualquier canalización no debe ser mayor de lo que permita la disipación de calor y la facilidad de instalación o desmontaje sencillo de los conductores sin perjudicar a otros conductores o a su aislamiento.

Figura 18. Conductores en caja de paso



#### 300-18 Instalación de las canalizaciones

- Tramos completos. Las canalizaciones diferentes de las barras canalizadas o canalizaciones expuestas que poseen cubiertas articuladas o removibles, se deben instalar completas entre los puntos de empalme, antes de instalar los conductores. Cuando se requiere facilitar la instalación de equipo de utilización, se permitirá que la canalización se instale inicialmente sin una conexión terminal en el equipo. Unas de las funciones principales de una canalización es brindar protección física a los conductores. Si las canalizaciones están incompletas en el momento de la instalación, existe una mayor posibilidad de daño por los conductores.
- Soldadura. Las canalizaciones metálicas no se deben apoyar, terminar o conectar mediante soldadura, a menos que estén diseñadas para este fin, o que sea permitido específicamente en este código.

### 300-19 Soporte de los conductores en canalizaciones verticales.

- Intervalos de separación máximos. Los conductores en canalizaciones verticales se deben sujetar si el ducto vertical supera los valores de la tabla 3. Debe haber un soporte para cables en la parte superior de la canalización vertical o lo más cerca posible de ella. Los soportes sucesivos deben ser los necesarios para que la longitud de los tramos del conductor no supere los valores establecidos en la tabla.

Tabla 3. Distancia entre soporte de los conductores

Conductores			
Calibre AWG o sección del cable en mils	Soportes de los conductores en montantes verticales	Aluminio o cobre revestido de aluminio	Cobre
18 AWG a 8 AWG	No mayor de	100 pies	100 pies
6 AWG a 1/0 AWG	No mayor de	200 pies	100 pies
2/0 AWG a 4/AWG	No mayor de	180 pies	80 pies
Más de 4/0 AWG a 350 Kcmils	No mayor de	135 pies	60 pies
Más de 350 Kcmils a 500 Kcmils	No mayor de	120 pies	50 pies
Más de 500 Kcmils a 750 Kcmils	No mayor de	95 pies	40 pies
Más de 750 Kcmils	No mayor de	85 pies	35 pies

- Métodos de soporte. Se debe utilizar uno de los siguientes métodos de soporte:

- Mediante mecanismos de sujeción contruidos o mediante cuñas aislantes introducidas en los extremos de las canalizaciones. Cuando una cuña aislante no sujete bien el cable, se debe sujetar también el conductor.

- Intercalando cajas a intervalos necesarios, en las que se hayan instalado soportes aislantes que se sujeten de una manera satisfactoria para soportar el peso de los conductores unidos a los mismos. Las cajas deben tener tapa.

- En las cajas de conexiones, doblando los cables no más de 90° y llevándolos horizontalmente hasta una distancia no inferior al doble de su diámetro, sobre dos o más soportes aislantes a los que se sujetan además mediante alambres de unión, si se desea. Cuando se utilice este método, los cables se deben sujetar a intervalos no superiores al 20% de los establecidos en la tabla 3

- Mediante otro método igualmente eficaz.

Artículo 17º Retie. Requisitos de productos. Numeral 11 Tubería para instalaciones eléctricas. En ambientes corrosivos, con humedad permanente o bajo tierra, no se aceptan tuberías eléctricas metálicas que no estén apropiadamente protegidas contra la corrosión.

En inmuebles de más de tres pisos, las tuberías eléctricas no metálicas flexibles deben ir ocultas dentro de los cielorrasos, pisos, muros o techos, siempre y cuando los materiales constructivos usados tengan una resistencia al fuego de mínimo de 15 minutos. No se acepta el uso de tubería eléctrica de PVC, de otros materiales inflamables o que produzcan gases tóxicos con el aumento de temperatura, para instalaciones a la vista.

No se permite el uso de tubería eléctrica no metálica flexible como soporte de aparatos, enterrada directamente en el piso, para tensiones mayores a 600 v y para conductores cuyos límites de temperatura de aislamiento excedan aquellos para los cuales se certifica la tubería.

No debe instalarse tubería eléctrica no metálica en lugares expuestos a golpes o a la luz solar directa, si esta no esta certificada para ser utilizada en tales condiciones y tipo de aplicación.

No se permite el uso de canalizaciones superficiales no metálicas (canaletas no metálicas) en instalaciones ocultas, donde estén sujetas a severo daño físico, en los espacios vacíos de ascensores, en ambientes con temperaturas superiores a las de la canalización y para conductores cuyos límites de temperatura de aislamiento excedan aquellos para los cuales se certifica la tubería.

Figura 19. Empalme de tubería PVC y MT



Figura 20. Tubería PVC empotrada en columna



Figura 21. Tubería PVC - Auditorio del Consejo



## 2.6 SUJECCIÓN

300-11 NTC 2050 Sujeciones y soportes.

- Sujeción en sitio. Las canalizaciones, conjuntos de cables, cajas, armarios y herrajes deben estar bien sujetos. No se permite utilizar como único apoyo cables de soporte que no ofrezcan resistencia suficiente.
- Canalizaciones usadas como medio de soporte. No se deben usar las canalizaciones como medio de soporte de otras canalizaciones, cables o equipos no eléctricos.

Figura 22. Sujeción de tableros y bandejas portacables



## 2.7 CONTINUIDAD

300-13 NTC 2050 Continuidad mecánica y eléctrica de los conductores.

- Generalidades. Los conductores en las canalizaciones deben ser continuos entre las salidas, cajas, dispositivos, etc. En una canalización no debe haber ni empalmes ni derivaciones.
- Eliminación de elementos eléctricos. En los circuitos ramales multiconductores, la continuidad de un conductor puesto a tierra no debe depender de las conexiones de los dispositivos o elementos como portabombillas, tomacorrientes, etc., cuando la eliminación de tales elementos pudiera interrumpir la continuidad.

### 3 SUBESTACIONES ELECTRICAS

#### 3.1 VENTILACIÓN, HUMEDAD Y OBSTRUCCIONES

Artículo 31º Retie. Salas de operaciones, mando y control. Todas las salas y espacios en donde haya instalado equipo eléctrico, deben de cumplir con los siguientes requerimientos:

- Construcción: debe ser en materiales con alto punto de ignición
- Uso: las instalaciones deben de estar libres de materiales combustibles, polvo y humo, y no serán utilizadas para reparación, fabricación o almacenamiento, excepto para partes menores esenciales en el mantenimiento del equipo instalado.
- Ventilación: deben estar suficiente mente ventilados con el fin de mantener las temperaturas de operación dentro de los rangos debidos, regulados para minimizar la acumulación de contaminantes transportados por el aire, bajo cualquier condición de operación.
- Humedad e intemperie: las instalaciones deben de estar secas. En las estaciones externas o ubicadas en túneles mojados, pasos subterráneos u otros lugares húmedos o de alto grado de humedad, el equipo eléctrico debe ser diseñado para soportar las condiciones atmosféricas imperantes.
- Equipo eléctrico: todo el equipo debe ser soportado y asegurado de una manera consistente con las condiciones de servicio. Se debe prestar consideración al hecho de que algunos equipos pesados, tal como transformadores, puedan ser asegurado en el lugar; sin embargo, el equipo que genere fuerzas dinámicas durante su operación, podrá requerir medidas adicionales.

Figura 23. Carcamo de subestación sótano





450-9 NTC 2050 Ventilación. Debe haber ventilación adecuada para disipar las pérdidas del transformador a plena carga sin dar lugar a aumentos de temperatura que superen sus valores nominales. Los transformadores con aberturas de ventilación se deben instalar de modo que no queden bloqueadas por paredes u otros obstáculos. En el transformador deben estar claramente rotuladas las distancias necesarias.

Artículo 17 Retie. Requisitos de productos. Numeral 10 Transformadores de Distribución y de Potencia.

- El local para las subestaciones dentro de edificaciones, se debe ubicar en un sitio de fácil acceso desde el interior con el fin de facilitar tanto al personal calificado las labores de mantenimiento, revisión e inspección, como a los vehículos que transportan los equipos.
- Los locales ubicados en semisótanos, con el techo debajo de antejardines y paredes que limiten con muros de contención, deben ser debidamente impermeabilizados para evitar humedad y oxidación.
- En las zonas adyacentes a la subestación no deben almacenarse combustibles.
- En las subestaciones esta prohibido que crucen canalizaciones de agua, aire comprimido, gases industriales o combustibles, excepto las tuberías de extinción de incendios.
- Las subestaciones a nivel de piso, deben tener una placa en la entrada con el símbolo de "Peligro Alta Tensión" y con puerta de acceso hacia la calle, preferiblemente.

### 3.2 BÓVEDA

450 NTC 2050 Transformadores y bóvedas para transformadores.

- 450-41 Ubicación. Siempre que sea posible, las bóvedas para transformadores deben estar ventiladas con aire exterior sin necesidad de utilizar doctos o canales.
- 450-42. Paredes, techo y piso. Las paredes y techos de las bóvedas para transformadores deben estar hechos de materiales con resistencia estructural adecuada a las condiciones de uso y con una resistencia mínima al fuego de tres horas. Los pisos de las bóvedas que estén en contacto con la tierra deben ser de hormigón y de un espesor mínimo de 0,10 m,
- 450-46. Drenaje. Cuando sea posible, las bóvedas para transformadores que contengan transformadores de más de 100 Kva. deben estar dotadas de un drenaje o de otro medio que permita eliminar cualquier acumulación de aceite o agua que se produzca en la bóveda, a no ser que por las condiciones locales resulte imposible. Cuando exista drenaje, el piso debe estar inclinado hasta el drenaje.



Figura 24. Avistamiento de colas de malla a tierra



Figura 25. Recorrido total del carcamo



450-47 Tuberías de agua y accesorios.

En las bóvedas para transformadores no deben entrar ni atravesarlos sistemas de conductos o tuberías ajenos a la instalación eléctrica. No se consideran ajenas a la instalación eléctrica las tuberías u otros aparatos para la protección de las bóvedas contra incendios o para la ventilación de los transformadores.

450-48 NTC 2050 Almacenaje en las bóvedas.

Las bóvedas para transformadores no se deben utilizar para almacenaje de materiales.

Figura 26. Ventilación de la subestación



### 3.3 LOCALIZACIÓN DE LAS SUBESTACIONES

Artículo 17 Retie. Requisitos de productos. Numeral 10 Transformadores de distribución y de potencia. El local para las subestaciones dentro de edificaciones, se debe ubicar en un sitio de fácil acceso desde el exterior con el fin de facilitar tanto al personal calificado las labores de mantenimiento, revisión e inspección, como a los vehículos que transportan los equipos.

Los transformadores refrigerados en aceite no deben ser instalados en niveles o pisos que estén por encima de sitios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a ocupación permanente de personas.

### 3.4 ACCESO

450-13 NTC 2050 Accesibilidad. Todos los transformadores y bóvedas para transformadores deben ser fácilmente accesibles al personal calificado para su inspección y mantenimiento. Los transformadores no son accesibles si los métodos de alambrado u otros equipos obstruyen el acceso de un transformador o impiden retirar las tapas para la inspección o mantenimiento. También son importantes las consideraciones prácticas acerca de las distancias de seguridad requeridas para el retiro y remplazo del transformador.

### 3.5 COMBUSTIBLES ADYACENTES Y USO DE SALAS.

Artículo 17 Retie. Requisitos de productos. Numeral 10 Transformadores de distribución y de potencia. En las zonas adyacentes a la subestación no se deben almacenar combustibles.

### 3.6 CRUCE DE CANALIZACIONES EN SUBESTACIONES

Artículo 17 Retie. Requisitos de productos. N Numeral 10 Transformadores de distribución y de potencia. En las subestaciones esta prohibido que crucen canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, excepto las tuberías de extinción de incendios y de refrigeración de los equipos de la subestación.

### 3.7 SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

Artículo 30 Retie. Disposiciones generales. En los espacios en los cuales se encuentran instalados los equipos de transformación, deben colocarse cercas, pantallas, tabiques o paredes, de tal modo que se formen un recinto que limite la posibilidad de acceso de personal no autorizado.

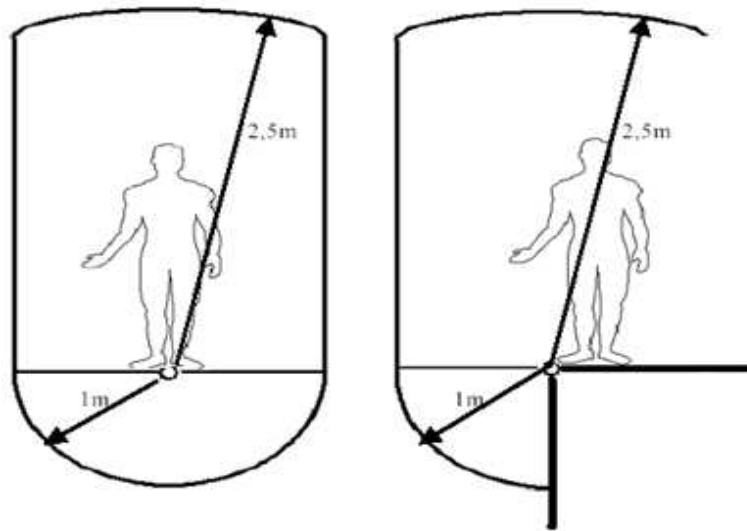
En cada entrada de una subestación de transformación, debe exhibirse una señal de seguridad y en las estaciones con malla eslabonada se debe exhibir una señal de seguridad en cada lado de la cerca.

Artículo 17 Retie. Requisitos de productos. Numeral 10 Transformadores de distribución y de potencia. Las subestaciones a nivel de piso, deben tener una placa en la entrada con el símbolo de “Peligro Alta Tensión” y con puerta de acceso hacia la calle, preferiblemente.

Artículo 32 Retie. Distancias de seguridad. Los cercos o paredes que son instalados como barrera para el personal no autorizado, deben colocarse de tal manera que las partes expuestas energizadas queden por fuera de la zona de distancia de seguridad, tan como se ilustra en la figura 27, y se muestra en la tabla 4.

Tensión Nominal entre Fases (kV)	Dimensión "R" (m)
0,151-7.2	3
13,8/13,2/11,4	3,1
34,5	3,2
66/57,5	3,5
115/110	4
230/220	4,5
230/220	4,7
500	5,3

Figura 28 Distancia de seguridad contra contactos directos



### 3.9 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN, CAJAS DE CORTE Y TABLEROS DE MEDIDORES ENCHUFABLES.

#### 3.9.1 Puesta a tierra. Artículo 17 Retie. Requisitos de productos. Numeral 9 Tableros eléctricos

- Partes conductoras de corriente. Todas las partes externas del panel deben ser puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se deben identificar con el símbolo de puesta a tierra.
- Terminales de alambrado. El tablero debe conectarse a tierra mediante un barraje terminal para el cable del alimentador. Dicho barraje deberá tener suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.

#### 3.9.2 Identificación. Artículo 17 Retie. Requisitos de productos Numeral 9 Tableros eléctricos

- Rotulados e instructivos. Un tablero debe tener identificada de manera clara y permanente la siguiente información:
- Tensión (es) nominal (es) de operación
- Corriente nominal de operación
- Numero de fases
- Numero de hilos (incluyendo tierras y neutros)
- Razón social o marca registrada del fabricante
- Símbolo de riesgo eléctrico
- Cuadro para identificar los circuitos

#### 3.9.3 Uso en lugares húmedos. 373-2 NTC2050 En lugares mojados, húmedos o clasificados como peligrosos. En lugares húmedos o mojados, los encerramientos montados en superficie a que hace referencia esta Sección

deberán estar colocados o equipados de modo que se evite que el agua o la humedad entren y se acumulen dentro de la caja o armario y deben ir montados de modo que quede por lo menos 6,4 mm de espacio libre entre el encerramiento y la pared u otra superficie de soporte. Los armarios o cajas de corte instalados en lugares mojados, deben ser de tipo a prueba de intemperie.

3.9.4 Posición en las paredes. 373-3 NTC 2050 posición en las paredes. En las paredes de concreto, azulejo u otro material no combustible, los gabinetes se deben instalar de modo que el borde delantero del mismo no quede metido más de 6 mm por debajo de la superficie de la pared. En las paredes de madera u otro material combustible, los armarios deben quedar a nivel con la superficie o sobresalir de la misma.

3.9.5 Aberturas no utilizadas. 373-4 NTC 2050 Aberturas no utilizadas. Las aberturas no utilizadas de encerramientos que se encuentran dentro del alcance de este artículo, se deben cerrar eficazmente de modo que ofrezcan una protección prácticamente igual a la de la pared del armario o caja. Si se utilizan tapones o placas metálicas en armarios o cajas de corte no metálicos, deben quedar como mínimo 6 mm por debajo de su superficie exterior.

3.9.6 Conductores. 373-5(c) NTC 2050 cables. Cuando se usen cables, cada uno de ellos debe ir asegurado al gabinete, caja de corte o encerramiento para aparato de medida enchufable.

373-6 NTC 2050 curvatura de los conductores. Los conductores en los terminales o los que entren o salgan de gabinetes, cajas de corte y similares, deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados.

Ancho de las canaletas para cables. No se deben doblar los conductores dentro de un armario o caja de corte a no ser que exista una canaleta con una anchura según la tabla 5.a). Los conductores en paralelo según el Artículo 310-4 se calcularán sobre la base del número de conductores en paralelo.

Tabla 5. Espacio mínimo para doblado de los cables en los terminales y ancho mínimo de las canaletas de alambrado en pulgadas

Sección del cable en AWG o mils	Cables por cada terminal				
	1	2	3	4	5
14-10	No procede	---	---	---	---
8-6	1 ½	---	---	---	---
4-3	2	---	---	---	---
2	2 ½	---	---	---	---
1	3	---	---	---	---
1/0-2/0	3 ½	5	7	---	---
3/0-4/0	4	6	8	---	---
250 kcmil	4 ½	6	8	10	---
300-350 kcmil	5	8	10	12	---
400-500 kcmil	6	8	10	12	14
600-700 kcmil	8	10	12	14	16
750-900 kcmil	8	12	14	16	18
1000-1250 kcmil	10	---	---	---	---
1500-2000 kcmil	12	---	---	---	---

- Espacio para la curvatura de los cables en los terminales. En cada terminal se debe dejar un espacio para la curvatura de los cables, de acuerdo con los siguientes apartados 1) o 2):
- Cuando el conductor no entre o salga del encerramiento a través de la pared opuesta al terminal, se debe aplicar la tabla 5.
- Cuando el conductor entre o salga del encerramiento a través de la pared opuesta a su terminal, se debe aplicar la tabla 6.

Tabla 6. Espacio mínimo para curvatura de los cables en los terminales según la sección 373-6(b) (en pulgadas)

Sección del cable en AWG o kcmils	Cables por cada terminal			
	1	2	3	4 o más
14-10	No procede	---	---	---
8	1 ½	---	---	---
6	2	---	---	---
4	3	---	---	---
3	3	---	---	---
2	3 ½	---	---	---
1	4 ½	---	---	---
170	5 ½	5 ½	7	---
2/0	6	6	7 ½	---
3/0	6 ½ (½)	6 ½ (½)	8	---
4/0	7 (1)	7 ½ (1 ½)	8 ½ (½)	---
250	8 ½ (2)	8 ½ (2)	9 (1)	10
300	10 (3)	10 (2)	11 (1)	12
350	12 (3)	12 (3)	13 (3)	14 (2)
400	13 (3)	13 (3)	14 (3)	15 (3)
500	14 (3)	14 (3)	15 (3)	16 (3)
600	15 (3)	16 (3)	18 (3)	19 (3)
700	16 (3)	18 (3)	20 (3)	22 (3)
750	17 (3)	19	22 (3)	24 (3)
800	18	20	22	24
900	19	22	24	24
1000	20	---	---	---
1250	22	---	---	---
1500	24	---	---	---
1750	24	---	---	---
2000	24	---	---	---

- Conductores de 21,14 mm<sup>2</sup> (4 AWG) o mayores. Su instalación debe cumplir lo establecido en el Artículo 300-4.f). El espacio para la curvatura de los cables en los terminales se debe medir en línea recta desde el extremo de la lengüeta o conector del terminal en dirección perpendicular a la pared del encerramiento. Para terminales removibles y de fondo destinados para un solo cable, se permite que el espacio para la curvatura se reduzca en la cantidad de centímetros que aparece entre paréntesis.

3.9.7 Espacios de trabajo. 373-7 NTC2050 Espacio de los encerramientos. Los armarios y cajas de corte deben tener espacio suficiente para que quepan holgadamente todos los conductores instalados en ellos.

373-8 NTC 2050 Encerramiento para interruptores o dispositivos de sobrecorriente. Los encerramientos para interruptores o dispositivos de sobrecorriente no se deben utilizar como cajas de empalmes, canaletas auxiliares o canalizaciones de conductores que vayan hasta o estén conectadas con otros interruptores o dispositivos de sobrecorriente, excepto si queda espacio suficiente para ello. Los conductores no deben ocupar más del 40 % de la sección transversal del armario en cualquier punto y los conductores, empalmes y derivaciones no deben ocupar más del 75 % del área de la sección transversal del armario en cualquier punto.



## 4. FUERZA

### 4.1 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN, CAJAS DE CORTE

4.1.1 Puesta a tierra. Artículo 17 Retie. Requisitos de productos. Numeral 9 Tableros eléctricos. Terminales de alambreado. Todas las partes externas del panel deben ser puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se deben identificar con el símbolo de puesta a tierra.

El tablero debe conectarse a tierra mediante un barraje terminal para el cable del alimentador. Dicho barraje deberá tener suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.

Figura 29. Cola de malla a tierra



4.1.2 Identificación. Artículo 17 Retie. Requisitos de productos.

Tableros eléctricos. 9.3 Rotulados e instructivos. Un tablero debe tener identificada de manera clara y permanente la siguiente información, en una placa de características técnicas:

- Tensión(es) nominal (es) de operación.
- Tensión(es) nominal(es) de aislamiento.
- Tensión(es) de ensayo dieléctrico
- Número de fases.

- Número de hilos (incluyendo tierras y neutros).
- Capacidad de resistencia a cortocircuito.
- Nombre del fabricante o marca
- Grado de protección o tipo de encerramiento

Además, se debe incluir la siguiente información:

- El tipo de ambiente para el que fue diseñado en caso de ser especial (corrosivo, intemperie o áreas explosivas).
- Diagrama unifilar del tablero, en caso de que este último tenga más de una fase.
- Placa de características.
- Rotulado para la identificación de los circuitos individuales.
- Instrucciones para instalación, operación y mantenimiento.

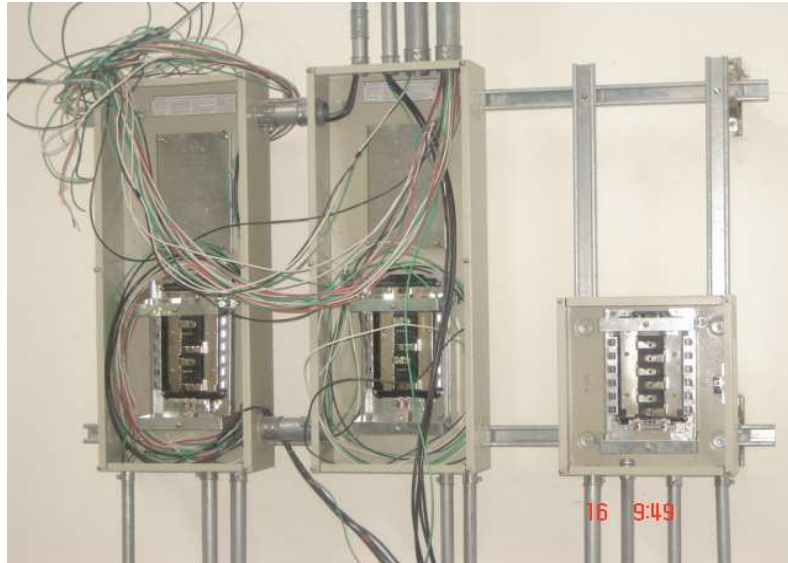
Figura 30. Señalización en dispositivos de la subestación



4.1.3 Uso en lugares húmedos. 373-2 NTC 2050 En lugares húmedos, mojados o peligrosos. En los lugares húmedos o mojados, los encerramientos montados en superficie a que hace referencia esta Sección deberán estar colocados o equipados de modo que se evite que el agua o la humedad entren y se acumulen dentro de la caja o armario y deben ir montados de modo que quede por lo menos 6,4 S.S. de espacio libre entre el encerramiento y la pared u otra superficie de soporte. Los armarios o cajas de corte instalados en lugares mojados, deben ser de tipo a prueba de intemperie. Excepción. Se permite instalar armarios y cajas de corte no metálicos sin espacio libre cuando estén sobre una pared de concreto, ladrillo, azulejo o similar.

4.1.4 Posición en las paredes. 373-3 NTC 2050 Posición en las paredes. En las paredes de concreto, azulejo u otro material no combustible, los armarios deben instalarse de modo que el borde delantero del mismo no quede metido más de 6 mm por debajo de la superficie de la pared. En las paredes de madera u otro material combustible, los armarios deben quedar a nivel con la superficie o sobresalir de la misma.

Figura 31. Cuarto de tableros piso 3



4.1.5 Aberturas no utilizadas. 373-4NTC 2050 Aberturas no utilizadas. Las aberturas no utilizadas de los armarios o cajas de corte deben cerrarse eficazmente de modo que ofrezcan una protección prácticamente igual a la de la pared del armario o caja. Si se utilizan tapones o placas metálicas en armarios o cajas de corte no metálicos, deben quedar como mínimo 6 mm por debajo de su superficie exterior.

Figura 32. Tubería MT y Caja de paso-Auditorio



4.1.6 Conductores. 373-5 NTC 2050 Conductores que entren en los armarios o cajas de corte. Los conductores que entren en los armarios o cajas de corte deben estar protegidos contra la abrasión y cumplir con lo establecido en el siguiente apartado.

- Cables. Cuando se instalen cables, cada uno de ellos debe ir bien sujeto al armario o caja de corte. Se prohíbe la instalación de varios cables agrupados y tendidos a través de un agujero ciego o niple ranurado. Se requiere usar las abrazaderas de cables individuales o conectores con solamente un cable por abrazadera o conector.

373-6 NTC2050. Curvatura de los conductores. Los conductores de los terminales o los que entren o salgan de armarios, cajas de corte y similares, deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados.

Excepción. El espacio que se debe dejar para curvatura de los cables en encerramientos de controladores de motores que tengan previstas una o dos fases por cada terminal, debe cumplir lo establecido en el Artículo 430-10.b).

Ancho de las canaletas para cables. No se deben doblar los conductores dentro de un armario o caja de corte a no ser que exista una canaleta con una anchura según la tabla 5.

Tabla 5. Espacio mínimo para doblado de los cables en los terminales y ancho mínimo de las canaletas de alambrado en pulgadas

Sección del cable en AWG o mils	Cables por cada terminal				
	1	2	3	4	5
14-10	No procede	---	---	---	---
8-6	1 ½	---	---	---	---
4-3	2	---	---	---	---
2	2 ½	---	---	---	---
1	3	---	---	---	---
1/0-2/0	3 ½	5	7	---	---
3/0-4/0	4	6	8	---	---
250 kcmil	4 ½	6	8	10	---
300-350 kcmil	5	8	10	12	---
400-500 kcmil	6	8	10	12	14
600-700 kcmil	8	10	12	14	16
750-900 kcmil	8	12	14	16	18
1000-1250 kcmil	10	---	---	---	---
1500-2000 kcmil	12	---	---	---	---

El espacio para la curvatura de los cables en los terminales se debe medir en línea recta desde el extremo de la lengüeta o conector del terminal (en la dirección en que sale el cable del terminal) hasta la pared, barrera u obstáculo.

- Espacio para la curvatura de los cables en los terminales. En cada terminal se debe dejar un espacio para la curvatura de los cables, de acuerdo con los siguientes apartados 1) o 2):

- Cuando el conductor no entre o salga del encerramiento a través de la pared opuesta al terminal, se debe aplicar la tabla 5.

Excepciones:

- Se permite que un conductor entre o salga de un armario a través de la pared opuesta a su terminal, siempre que el conductor entre o salga por donde la canaleta se una a otra canaleta adyacente que tenga una anchura de acuerdo con la tabla 6 para ese conductor.

- Se permite que un conductor de sección transversal no superior a 177,34 mm<sup>2</sup> (350 kcmil) entre o salga de un encerramiento que contenga sólo un conector para contador, a través de la pared opuesta a su terminal, siempre que ese terminal esté instalado en el fondo, cuando:

- El terminal señale hacia la abertura del encerramiento y forme un ángulo inferior a 45° con la pared de enfrente, o

- El terminal señale directamente hacia la pared del encerramiento y esté desplazado no más del 50 % del espacio para curvatura especificado en la tabla 5.

Nota. El desplazamiento es la distancia desde el eje central del terminal hasta una línea que pase por el centro de la abertura del encerramiento, medida a lo largo de la pared de dicho encerramiento.

Cuando el conductor entre o salga del encerramiento a través de la pared opuesta a su terminal, se debe aplicar la tabla 6.

- Conductores de 21,14 mm<sup>2</sup> (4 AWG) o mayores. Su instalación debe cumplir lo establecido en el Artículo 300-4.f).

El espacio para la curvatura de los cables en los terminales se debe medir en línea recta desde el extremo de la lengüeta o conector del terminal en dirección perpendicular a la pared del encerramiento.

Para terminales removibles y de fondo destinados para un solo cable, se permite que el espacio para la curvatura se reduzca en la cantidad de centímetros que aparece entre paréntesis.

Tabla 6. Espacio de doblado mínimo de los alambres en los terminales en pulgadas

Sección del cable en AWG o kcmils	Cables por cada terminal			
	1	2	3	4 o más
14-10	No procede	---	---	---
8	1 ½	---	---	---
6	2	---	---	---
4	3	---	---	---
3	3	---	---	---
2	3 ½	---	---	---
1	4 ½	---	---	---
170	5 ½	5 ½	7	---
2/0	6	6	7 ½	---
3/0	6 ½ (½)	6 ½ (½)	8	---
4/0	7 (1)	7 ½ (1 ½)	8 ½ (½)	---
250	8 ½ (2)	8 ½ (2)	9 (1)	10
300	10 (3)	10 (2)	11 (1)	12
350	12 (3)	12 (3)	13 (3)	14 (2)
400	13 (3)	13 (3)	14 (3)	15 (3)
500	14 (3)	14 (3)	15 (3)	16 (3)
600	15 (3)	16 (3)	18 (3)	19 (3)
700	16 (3)	18 (3)	20 (3)	22 (3)
750	17 (3)	19	22 (3)	24 (3)
800	18	20	22	24
900	19	22	24	24
1000	20	---	---	---
1250	22	---	---	---
1500	24	---	---	---
1750	24	---	---	---
2000	24	---	---	---

Figura 33. Tableros de Auditorio



Figura 34. Curvas en tubería MT



4.1.7 Espacio de trabajo. 373-7 NTC 2050 Espacio en los encerramientos  
Los armarios y cajas de corte deben tener espacio suficiente para que quepan holgadamente todos los conductores instalados en ellos.

Figura 35. Cajas de paso Auditorio



373-8 NTC2050 Encerramientos para interruptores o dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los encerramientos para interruptores o dispositivos de sobre corriente no se deben utilizar como cajas de empalmes, canaletas auxiliares o canalizaciones de conductores que vayan hasta o estén conectados con otros interruptores o dispositivos de sobrecorriente, excepto si queda espacio suficiente para ello. Los conductores no deben ocupar más del 40 % de la sección transversal del armario en cualquier punto y los conductores, empalmes y derivaciones no deben ocupar más del 75 % del área de la sección transversal del armario en cualquier punto.



## 5. ZONAS DE OFICINAS

### 5.1 TABLEROS DE PROTECCION

5.1.1 Puesta a tierra. Artículo 17 Retie. Requisitos de productos. Tableros eléctricos

- Partes conductoras de corriente. Todas las partes externas del panel deben ser puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se deben identificar con el símbolo de puesta a tierra.
- Terminales de alambrado. El tablero debe conectarse a tierra mediante un barraje terminal para el cable del alimentador. Dicho barraje deberá tener suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.

5.1.2 Identificación. Artículo 17 Retie. Requisitos de productos. Tableros eléctricos

Rotulados e instructivos. Un tablero debe tener identificada de manera clara y permanente la siguiente información:

- Tensión (es) nominal (es) de operación
- Corriente nominal de operación
- Numero de fases
- Numero de hilos (incluyendo tierras y neutros)
- Razón social o marca registrada del fabricante
- Símbolo de riesgo eléctrico
- Cuadro para identificar los circuitos

5.1.3 Uso en lugares húmedos. 373-2 NTC2050 En lugares mojados, húmedos o clasificados como peligrosos

- En lugares húmedos o mojados, los encerramientos montados en superficie a que hace referencia esta Sección deberán estar colocados o equipados de modo que se evite que el agua o la humedad entren y se acumulen dentro de la caja o armario y deben ir montados de modo que quede por lo menos 6,4 mm de espacio libre entre el encerramiento y la pared u otra superficie de soporte. Los armarios o cajas de corte instalados en lugares mojados, deben ser de tipo a prueba de intemperie.

5.1.4 Posición en las paredes. 373-3 NTC 2050 posición en las paredes. En las paredes de concreto, azulejo u otro material no combustible, los gabinetes se deben instalar de modo que el borde delantero del mismo no quede metido más de 6 mm por debajo de la superficie de la pared. En las paredes de madera u otro material combustible, los armarios deben quedar a nivel con la superficie o sobresalir de la misma.

5.1.5 Aberturas no utilizadas. 373-4 NTC 2050 Aberturas no utilizadas. Las aberturas no utilizadas de encerramientos que se encuentran dentro del alcance de este artículo, se deben cerrar eficazmente de modo que ofrezcan una protección prácticamente igual a la de la pared del armario o caja. Si se utilizan tapones o placas metálicas en armarios o cajas de corte no metálicos, deben quedar como mínimo 6 mm por debajo de su superficie exterior.

5.1.6 Conductores. 373-5(c) NTC 2050 cables. Cuando se usen cables, cada uno de ellos debe ir asegurado al gabinete, caja de corte o encerramiento para aparato de medida enchufable.

373-6 NTC 2050 curvatura de los conductores. Los conductores en los terminales o los que entren o salgan de gabinetes, cajas de corte y similares, deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados.

- Ancho de las canaletas para cables. No se deben doblar los conductores dentro de un armario o caja de corte a no ser que exista una canaleta con una anchura según la tabla 5.a). Los conductores en paralelo según el Artículo 310-4 se calcularán sobre la base del número de conductores en paralelo.

Tabla 5. Espacio mínimo para doblado de los cables en los terminales y ancho mínimo de las canaletas de alambrado en pulgadas

Sección del cable en AWG o mils	Cables por cada terminal				
	1	2	3	4	5
14-10	No procede	---	---	---	---
8-6	1 ½	---	---	---	---
4-3	2	---	---	---	---
2	2 ½	---	---	---	---
1	3	---	---	---	---
1/0-2/0	3 ½	5	7	---	---
3/0-4/0	4	6	8	---	---
250 kcmil	4 ½	6	8	10	---
300-350 kcmil	5	8	10	12	---
400-500 kcmil	6	8	10	12	14
600-700 kcmil	8	10	12	14	16
750-900 kcmil	8	12	14	16	18
1000-1250 kcmil	10	---	---	---	---
1500-2000 kcmil	12	---	---	---	---

- Espacio para la curvatura de los cables en los terminales. En cada terminal se debe dejar un espacio para la curvatura de los cables, de acuerdo con los siguientes apartados 1) o 2):

- Cuando el conductor no entre o salga del encerramiento a través de la pared opuesta al terminal, se debe aplicar la tabla 5.

- Cuando el conductor entre o salga del encerramiento a través de la pared opuesta a su terminal, se debe aplicar la tabla 6.

Tabla 6. Espacio mínimo para curvatura de los cables en los terminales según la sección 373-6(b) (en pulgadas)

Sección del cable en AWG o kcmils	Cables por cada terminal			
	1	2	3	4 o más
14-10	No procede	---	---	---
8	1 ½	---	---	---
6	2	---	---	---
4	3	---	---	---
3	3	---	---	---
2	3 ½	---	---	---
1	4 ½	---	---	---
170	5 ½	5 ½	7	---
2/0	6	6	7 ½	---
3/0	6 ½ (½)	6 ½ (½)	8	---
4/0	7 (1)	7 ½ (1 ½)	8 ½ (½)	---
250	8 ½ (2)	8 ½ (2)	9 (1)	10
300	10 (3)	10 (2)	11 (1)	12
350	12 (3)	12 (3)	13 (3)	14 (2)
400	13 (3)	13 (3)	14 (3)	15 (3)
500	14 (3)	14 (3)	15 (3)	16 (3)
600	15 (3)	16 (3)	18 (3)	19 (3)
700	16 (3)	18 (3)	20 (3)	22 (3)
750	17 (3)	19	22 (3)	24 (3)
800	18	20	22	24
900	19	22	24	24
1000	20	---	---	---
1250	22	---	---	---
1500	24	---	---	---
1750	24	---	---	---
2000	24	---	---	---

- Conductores de 21,14 mm<sup>2</sup> (4 AWG) o mayores. Su instalación debe cumplir lo establecido en el Artículo 300-4.f). El espacio para la curvatura de los cables en los terminales se debe medir en línea recta desde el extremo de la lengüeta o conector del terminal en dirección perpendicular a la pared del encerramiento. Para terminales removibles y de fondo destinados para un solo cable, se permite que el espacio para la curvatura se reduzca en la cantidad de centímetros que aparece entre paréntesis.

5.1.7 Espacios de trabajo. 373-7 NTC2050 Espacio de los encerramientos. Los armarios y cajas de corte deben tener espacio suficiente para que quepan holgadamente todos los conductores instalados en ellos.

373-8 NTC 2050. Los encerramientos para interruptores o dispositivos de sobrecorriente no se deben utilizar como cajas de empalmes, canaletas auxiliares o canalizaciones de conductores que vayan hasta o estén conectados con otros interruptores o dispositivos de sobrecorriente, excepto si queda espacio suficiente para ello. Los conductores no deben ocupar más del 40 % de la sección transversal del armario en cualquier punto y los conductores, empalmes y derivaciones no deben ocupar más del 75 % del área de la sección transversal del armario en cualquier punto.

## 5.2 CIRCUITOS RAMALES

5.2.1 Protecciones. 384-13 NTC 2050 Generalidades. Todos los paneles de distribución deben tener unos parámetros nominales no inferiores a los mínimos del alimentador según la carga calculada, de acuerdo con lo establecido en la sección 220. Los paneles de distribución deben estar rotulados de forma duradera por el fabricante con su corriente y tensión nominales, el número de fases para los que están diseñados y el nombre del fabricante o marca comercial, de manera visible aún después de su instalación y sin que los rótulos estorben la distribución o alambrado interior. Todos los circuitos de un panel de distribución y sus modificaciones se deben identificar de manera legible en cuanto a su finalidad o uso, en un directorio situado en la puerta del panel o en su interior.

384-14 NTC 2050 Clasificación de los paneles de distribución. A los fines de esta Sección, un panel de distribución para circuito ramal de alumbrado y artefactos es el que tiene más de un 10 % de sus dispositivos de protección contra sobrecorriente de 30 A nominales o menos, con conexiones para el neutro.

384-15 NTC 2050 Numero de dispositivos de sobrecorriente en un panel de distribución. En un armario o caja de corte no se deben instalar más de 42 dispositivos de sobrecorriente (además de los del alimentador) para circuitos ramales de alumbrado y artefactos. Todos los paneles de distribución para circuitos ramales de alumbrado y artefactos deben estar dotados de medios físicos que eviten la instalación de más dispositivos de sobrecorriente que aquéllos para los que el panel de distribución está diseñado, dimensionado y aprobado. A los fines de esta sección, se considera que un interruptor automático de dos polos equivale a dos dispositivos de sobrecorriente y un interruptor automático de tres polos equivale a tres dispositivos de sobrecorriente.

384-16 NTC 2050 Protección contra sobrecorriente

- Panel de distribución para circuito ramal de alumbrado y artefactos protegido individualmente. Cada panel de distribución para circuito ramal de alumbrado y artefactos se debe proteger individualmente en el lado del suministro por no más de dos interruptores automáticos o dos juegos de fusibles cuya capacidad de corriente combinada no sea superior a la del panel de distribución.

- Interruptores de acción rápida de 30 A nominales o menos. Los paneles de distribución equipados con interruptores de acción rápida de 30 A nominales o menos deben tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente que no supere los 200 A.

- Carga continua. La carga continua de cualquier dispositivo de sobrecorriente situado en un panel de distribución no debe superar el 80 % de su capacidad de corriente nominal cuando, en condiciones normales, la carga se mantenga durante tres horas o más.

5.2.2 Capacidad nominal. 210-23 NTC 2050 Cargas permisibles. En ningún caso la carga debe exceder a la corriente nominal del circuito ramal. Está

permitido que un circuito ramal individual alimente cualquier tipo de carga dentro de su valor nominal. Un circuito ramal que suministre corriente a dos o más salidas o tomacorrientes, sólo debe alimentar las cargas especificadas 210-22 NTC 2050 Cargas máximas.

La carga total no debe superar la corriente nominal del circuito ramal y no debe superar las cargas máximas.

- Cargas accionadas por motores y combinadas. Cuando un circuito suministra corriente sólo a cargas accionadas por motores, se debe aplicar la sección 430. Cuando un circuito suministra corriente sólo a equipos de aire acondicionado, de refrigeración o ambos, se debe aplicar la sección 440. En circuitos que alimenten cargas consistentes en equipos de utilización fijos con motores de más de 95 VA (1/8 HP), junto con otras cargas, la carga total calculada debe ser el 125% de la carga de motor más grande, más la suma de todas las demás cargas.

- Cargas Inductivas de Alumbrado. Para los circuitos que alimenten equipos de alumbrado con balastos, transformadores o autotransformadores, la carga calculada se debe basar en la capacidad de corriente total de dichas unidades y no en la potencia total de las bombillas (en vatios).

- Otras cargas. La corriente nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos ramales que alimentan cargas continuas, como la iluminación de las tiendas y otras cargas similares, no debe ser menor a la carga no continua más el 125% de la carga continua. El calibre mínimo de los conductores del circuito ramal, sin aplicación de ningún factor de ajuste, deberá tener una capacidad de corriente igual o superior al de carga no continua más el 125% de la carga continua.

### 5.2.3 Identificación. 210-4 NTC 2050 Circuitos ramales multiconductores

- Generalidades. Se permite el uso de circuitos ramales reconocidos en este Artículo como circuitos multiconductores. Se permite considerar un circuito ramal multiconductor como varios circuitos. Todos los conductores deben arrancar del mismo panel de distribución.

- Unidades de vivienda. En las unidades de vivienda donde exista un circuito ramal multiconductor que suministre electricidad a más de un dispositivo o equipo en el mismo cuerpo de tomacorriente, se debe disponer de un medio para desconectar simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra en el panel de distribución desde donde arranque el circuito ramal.

- Carga de la línea a neutro. Los circuitos ramales multiconductores sólo deben alimentar cargas de línea a neutro.

Artículo 11 Retie Señalización de seguridad. Numeral 4 Código de colores para conductores aislados. Con el objeto de evitar accidentes por la mala interpretación de los niveles de tensión y unificar los criterios para instalaciones eléctricas, se debe de cumplir el código de colores para conductores establecidos en la tabla 7. Se tomara como valida para determinar este requisito el color propio del acabado exterior del conductor o en su defecto, su marcación debe hacerse en las partes visibles con pintura, con cinta o rótulos adhesivos de color respectivo. Este requisito también es aplicable a conductores desnudos, como los barrajes.

Tabla 7 Código de colores para conductores

SISTEMA	1φ	1φ	3φY	3φΔ	3φΔ -	3φY	3φΔ
TENSIONES NOMINALES	120 V	240 /120V	208 /120V	240V	240 /208 /120 V	480 /277V	480V
CONDUCTORES ACTIVOS	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos
FASES	Negro	Negro Rojo	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Azul	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo
NEUTRO	Blanco	Blanco	Blanco	No Aplica	Blanco	Gris	No Aplica
TIERRA DE PROTECCIÓN	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde
TIERRA AISLADA	Verde amarillo	Verde amarillo	Verde amarillo	No aplica	Verde amarillo	No aplica	No aplica

#### 5.2.4 Tomacorrientes. 210-8b NTC 2050 Protección de las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra

- Edificaciones que no sean viviendas. Todos los tomacorrientes monofásicos de 125 V, 15 A y 20 A, instalados en los lugares que se especifican a continuación, deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI):
- Cuartos de baño.
- Azoteas.

### 5.3 DIVISIONES DE OFICINAS

5.3.1 Canalizaciones. 605-3 NTC2050 Canalizaciones de cables. Todos los conductores y conexiones deben estar dentro de canalizaciones de metal u otro material identificado como adecuado para esas condiciones de uso. Las canalizaciones de alambrado no deben contener salientes u otros elementos que puedan dañar el aislamiento de los conductores.

Figura 36. Canalización de tomas de oficina



5.3.2 Conexiones eléctricas. 605-4 NTC 2050 Interconexiones de los tabiques. Las conexiones eléctricas entre los distintos tabiques deben ser conjuntos flexibles identificados para usarlos con tabiques alambrados.

605-6 NTC 2050 Tabiques de tipo fijo. Los tabiques alambrados fijos (asegurados a las superficies de la edificación) deben estar conectados permanentemente al sistema eléctrico del edificio por alguno de los métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3

5.3.3 Alumbrado. 605-5 NTC 2050 Accesorios de alumbrado. Los equipos de alumbrado certificados e identificados para usarlos con tabiques alambrados, deben cumplir todas las siguientes condiciones:

- Soportes. Deben tener un medio que permita apoyarlos o sujetarlos bien.
- Conexiones. Cuando se proporcione conexión con cordón y clavija, la longitud del cordón debe ser adecuada para la aplicación destinada, pero nunca tener más de 2,70 m de largo. La sección transversal del cordón no debe ser menor a 0,82 mm<sup>2</sup> (18 AWG), debe contener un conductor para puesta a tierra de equipos y ser de tipo para uso pesado. Las conexiones por otros medios deben estar identificadas como adecuadas para las condiciones de uso.
- Salida para tomacorrientes. No se permite instalar tomacorrientes en accesorios de alumbrado.

### 5.3 ILUMINACION

5.4.1 Memoria de cálculo. Artículo 16 Retie Iluminación. Una buena iluminación, además de ser un factor de seguridad, productividad y de rendimiento en el trabajo, mejora el confort visual y hace más agradable y acogedora la vida. Si se tiene en cuenta que por lo menos una quinta parte de la vida del hombre transcurre bajo alumbrado artificial, se comprenderá el interés que hay en establecer los requisitos mínimos para realizar los proyectos de iluminación, los cuales se presentan a continuación.

- Diseño. Un diseño de iluminación debe comprender las siguientes condiciones esenciales:

- Suministrar una cantidad de luz suficiente.

- Eliminar todas las causas de deslumbramiento.

- Prever el tipo y cantidad de luminarias apropiadas para cada caso particular teniendo en cuenta su eficiencia.

- Utilizar fuentes luminosas que aseguren una satisfactoria distribución de los colores.

- Instalación

- Debe existir suministro interrumpido de iluminación en sitios y áreas donde la falta de ésta pueda originar riesgos para la vida de las personas, como en áreas críticas y en los medios de egreso para evacuación.

5.4.2 Lámparas de descarga. No se permite la utilización de lámparas de descarga con encendido retardado en circuitos de iluminación de emergencia.

5.4.3 Alumbrado de emergencia. Los alumbrados de emergencia equipados con grupos de baterías, deben permanecer en funcionamiento un mínimo de 90 minutos después que se interrumpa el servicio eléctrico normal.

Tipo de recinto y actividad	Niveles de Iluminancia		
	Min.	Medio	Max.
Oficinas de tipo general	300	500	750
Salas de conferencia	300	500	750

### 5.5 AIRE ACONDICIONADO

5.5.1 Rotulado. 440-4 NTC2050 Marcado de motocompresores y equipos herméticos de refrigeración.

- Placa de características de motocompresores con refrigerante hermético. Un motocompresor con refrigerante hermético debe estar dotado de una placa de características que indique el nombre del fabricante, la marca o símbolo comercial, la designación de identificación, el número de fases, la tensión y la frecuencia. El fabricante del equipo debe rotular la corriente a carga nominal en



amperios (A) del motocompresor en la placa de características de este o del equipo con el que se utilice, o en ambas. En la placa de características del motocompresor se debe rotular también la corriente con el rotor bloqueado de cada motocompresor monofásico con una corriente a carga nominal de más de 9 A y 115 V o más de 4,5 A y 230 V y de todos los motocompresores polifásicos.

Figura 37. Aires acondicionados Ala Izquierda



Figura 38. Conexión aire acondicionado



440-31 NTC 2050 Generalidades. En esta parte se especifican las capacidades de corriente de los conductores que deban transportar la corriente del motor sin sobrecalentamiento en condiciones especificadas.

Las disposiciones de estas Secciones no se aplican a los conductores integrados con los motores, controladores de motores y similares ni a los conductores que formen parte integral de un equipo aprobado.

440-32 NTC 2050 Un solo motocompresor. Los conductores de los circuitos ramales que alimentan un solo motocompresor, deben tener una capacidad de corriente no menor al 125% del mayor de estos dos valores: la corriente a carga nominal del motocompresor o la corriente de selección del circuito ramal.

440-6 NTC 2050 Capacidad de corriente y capacidad nominal.

- Motocompresores con refrigerante hermético. En los motocompresores con refrigerante hermético, se debe tomar la corriente a carga nominal que aparezca en la placa de características del equipo en el que esté instalado el motocompresor para calcular la capacidad nominal de corriente del medio de desconexión, de los conductores del circuito ramal, del controlador, del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra y del dispositivo independiente de protección del motor contra sobrecarga. Cuando en la placa de características del equipo no aparezca la corriente a carga nominal, se debe tomar la corriente a carga nominal que aparezca en la placa del motocompresor.

5.5.2 Protecciones. 440-51 NTC 2050 Generalidades. Las disposiciones de esta Parte especifican los dispositivos destinados para proteger el motocompresor, los equipos de control y los conductores del circuito ramal contra sobrecalentamiento debido a sobrecargas y fallas de arranque del motor.

440-52. NTC 2050 Aplicación y selección

- Protección de motocompresores. Todos los motocompresores deben estar protegidos contra sobrecargas y fallas de arranque, por uno de los siguientes medios:

- Un relé independiente de sobrecarga que sea sensible a la corriente del motocompresor. Este dispositivo se debe seleccionar para que se dispare a una corriente no superior al 140% de la corriente a carga nominal del motocompresor.

- Un dispositivo de protección térmico integrado con el motocompresor y aprobado para usarlo con el mismo, que lo proteja de modo que le evite sobrecalentamientos peligrosos debidos a sobrecargas o a fallas de arranque. Si el dispositivo de interrupción de corriente está separado del motocompresor y su circuito de control está operado protegido por una protección integrada en el motocompresor, se debe instalar de modo que al abrirse el circuito de control se interrumpa la corriente hacia el motocompresor.

- Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso que sea sensible a la corriente del motor y que pueda servir también como dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra.

Este dispositivo debe tener una capacidad nominal de corriente no superior al 125 % de la corriente del motocompresor a carga nominal. Debe producir un retardo suficiente para que el motocompresor se arranque y acelere hasta su velocidad de régimen. El equipo o el motocompresor deben ir rotulados con esa Corriente nominal máxima del fusible o del interruptor automático de tiempo inverso.

- Un sistema de protección suministrado o especificado y aprobado para usarlo con el motocompresor, que lo proteja de modo que le evite el sobrecalentamiento peligroso debido a sobrecargas o fallas de arranque. Si el dispositivo de corte de corriente está separado del motocompresor y su circuito de control está operado por un dispositivo de protección que no está integrado al dispositivo de interrupción de corriente, se debe instalar de modo que al abrirse el circuito de control se interrumpa la corriente hacia el motocompresor
- Protección de los aparatos de control de motocompresores y de los conductores del circuito ramal. Los controladores, los medios de desconexión y los conductores de los circuitos ramales de motocompresores, deben ir protegidos contra sobrecorrientes debidas a sobrecargas y fallas de arranque del motor, por uno de los siguientes medios que se permite que sean el mismo dispositivo o sistema de protección del motocompresor.
- Un relé de sobrecarga seleccionado
- Un dispositivo de protección térmico que circule continuamente una corriente superior al 156 % de la corriente a carga nominal o la corriente de selección del circuito ramal rotuladas.
- Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso,
- Un sistema de protección que no permita que circule continuamente una corriente superior al 156 % de la corriente a carga nominal o de la corriente de selección del circuito ramal rotuladas.

440-53 NTC 2050 Relés de sobrecarga. Los relés y otros dispositivos de sobrecarga para la protección de motores que no sean capaces de abrir cortocircuitos, deben estar protegidos por fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso cuya corriente nominal o ajuste de disparo cumpla lo establecido en la Parte C, a no ser que estén aprobados para instalación en grupo o para motores con devanado partido y rotulados de modo que se indique la corriente máxima del fusible o interruptor automático de tiempo inverso por los cuales están protegidos.

440-54 NTC 2050 Motocompresores y equipos en circuitos ramales de 15 o 20 A - No conectados por cordón y clavija. Se permite utilizar dispositivos de protección contra sobrecarga para motocompresores y equipos conectados a circuitos monofásicos de 15 o 20 A - 120 V o 15 A - 208 o 240 V.

- Protección contra sobrecarga. El motocompresor debe llevar protección contra sobrecarga. Tanto el controlador como la protección del motor contra sobrecarga deben estar aprobados para su instalación con el dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra al cual esté conectado el equipo.
- Retardo de tiempo. El dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra debe tener un retardo suficiente que permita que el motocompresor y otros motores conectados arranquen y aceleren sus cargas hasta su velocidad de régimen.

440-55NTC 2050 Motocompresores y equipos en circuitos ramales de 15 o 20 A y conectados por cordón y clavija. Se permite utilizar dispositivos de protección contra sobrecarga para motocompresores y equipos conectados con cordón y clavija a circuitos ramales monofásicos de 15 o 20A - 120V o 15A - 208 o 240V.

- Protección contra sobrecarga. El motocompresor debe llevar protección contra sobrecarga, Tanto el controlador como la protección del motor contra sobrecarga deben estar aprobados para su instalación con el dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra al cual esté conectado el equipo.

- Capacidad nominal de la clavija y del tomacorriente. La capacidad nominal de la clavija y del tomacorriente no debe ser superior a 20A - 125V o 15A - 250V.

- Retardo de tiempo. El dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra debe tener un retardo suficiente que permita que el motocompresor y otros motores conectados arranquen y aceleren sus cargas hasta su velocidad de régimen.

440-22 NTC 2050 Selección y aplicaciones.

- Corriente nominal o ajuste de disparo para motocompresores individuales.

El dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra debe ser capaz de soportar la corriente de arranque del motor. Se permite un dispositivo de protección cuya corriente nominal o de ajuste sea la mayor de estos dos valores: el 175 % de la corriente a carga nominal del motocompresor o la corriente de selección del circuito ramal, siempre que, si la protección especificada no es suficiente para la corriente de arranque del motor, se pueda aumentar la corriente nominal o de disparo pero que no supere el mayor de estos dos valores: el 225 % de la corriente a carga nominal del motocompresor o la corriente de selección del circuito ramal.

- Corriente nominal o ajuste de disparo para equipos. El dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra debe ser capaz de soportar la corriente de arranque de los equipos. Cuando la única carga del circuito sea un motocompresor con refrigerante hermético. Cuando el equipo incorpore más de un motocompresor con refrigerante hermético o un motocompresor con otros motores o cargas, el dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra debe cumplir lo establecido en el Artículo 430-53, y además lo siguiente:

- Cuando la mayor carga conectada al circuito sea el motocompresor con refrigerante hermético, la capacidad de corriente o ajuste de disparo del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra no debe superar al valor especificado en el Artículo 440-22.a) para el mayor motocompresor, más la suma de la corriente a carga nominal o la corriente de selección del circuito ramal, la que sea mayor, de todos los demás motocompresores y de las capacidades nominales de las otras cargas alimentadas.

- Cuando la mayor carga conectada al circuito no sea el motocompresor con refrigerante hermético, la capacidad de corriente o ajuste de disparo del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra no debe superar al mayor de estos dos valores: la suma de las corrientes a la

carga nominal o de la corriente de selección del circuito ramal, para los motocompresores,

240-3 cuando solamente se alimenten cargas que no sean de motores, además del motocompresor o motocompresores.

- Capacidad nominal de los dispositivos de protección que no exceden los valores del fabricante. Cuando la capacidad de corriente máxima de los dispositivos de protección que aparezca en la tabla de elementos calentadores, dada por el fabricante para usar con un controlador de motores, sea menor a las capacidades nominales o de ajuste seleccionados de acuerdo con el Artículo 440-22.a) b)

- La corriente Nominal del dispositivo de protección no debe superar los valores rotulados por el fabricante en el equipo.

430-62 NTC 2050 Capacidad nominal o ajuste - Carga del motor.

- Carga específica. Un alimentador que se utilice para la alimentación de carga(s) fija(s) específica(s) de motor(es) y que consista de conductores con sección transversal como se establece en el Artículo 430-24, debe estar dotado de un dispositivo de protección con una capacidad nominal o ajuste de disparo no superior a la mayor capacidad nominal o ajuste de disparo del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra para cualquier motor del grupo (basado en el valor máximo permitido para el tipo específico de un dispositivo protector mostrado en la Tabla 430-52 o en el Artículo 440-22.a) para motocompresores con circuito hermético del refrigerante), más la suma de todas las corrientes a plena carga de los demás motores del grupo.

5.5.3 Medios de desconexión. 440-14 NTC 2050 Ubicación. El medio de desconexión debe estar ubicado a la vista del equipo de aire acondicionado o refrigeración y ser fácilmente accesible. Se permite que el medio de desconexión esté instalado en o dentro del equipo de aire acondicionado o refrigeración.

5.5.4 Dimensionamiento. 440-60 NTC 2050 Generalidades. Las disposiciones de los acondicionadores de aire eléctricos de los cuartos y que controlan la temperatura y la humedad, un acondicionador de aire para cuarto (con o sin calefacción) es un artefacto conectado a la corriente alterna, de tipo de ventana, de consola o de pared que se instala en la bóveda que debe acondicionar y que lleva uno o más motocompresores con refrigerante hermético. Las disposiciones se aplican a los equipos monofásicos hasta 250 V máximo. Se permite que estos equipos estén conectados con cordón y clavija.

Un acondicionador de aire designado trifásico o para más de 250 V nominales.

440-61 NTC 2050 Puesta a tierra. Los acondicionadores de aire para cuartos deben estar puestos a tierra, de acuerdo con los Artículos 250-42, 250-43 y 250-45.

440-62 NTC 2050 Requisitos de los circuitos ramales.

- Acondicionadores de aire para cuartos como una sola unidad de motor. A efectos de cálculo de los requisitos del circuito ramal, un acondicionador de aire para cuarto se debe considerar como una sola unidad de motor, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- Vaya conectado con cordón y clavija.
  - Se designe como monofásico y para no más de 40 A y 250 V nominales.
  - Aparezca en su placa de características la corriente total a la carga nominal, en lugar de las corrientes individuales de cada motor.
  - La capacidad nominal de corriente del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra no supere el menor de estos dos valores: la capacidad de corriente de los conductores del circuito ramal o la del tomacorriente.
  - Cuando no se alimenten otras cargas. Cuando no haya otras cargas conectadas al circuito, la capacidad nominal de corriente total rotulada en acondicionadores de aire para cuartos conectados con cordón y clavija, no debe superar el 80 % de la capacidad de corriente del circuito ramal.
  - Cuando también se alimenten unidades de alumbrado o artefactos. Cuando haya conectados al circuito unidades de alumbrado u otros artefactos eléctricos, la capacidad de corriente total rotulada en los acondicionadores de aire para cuartos, conectados con cordón y clavija, no debe superar el 50 % de la capacidad de corriente del circuito ramal.
- 440-63 NTC 2050 Medios de desconexión. Se permite que la clavija y el tomacorriente de un acondicionador de aire para cuarto, monofásico a 250 V o menos, sirvan como medio de desconexión, si: 1) los controles manuales del acondicionador de aire son fácilmente accesibles y están ubicados a menos de 1,80 m del piso, ó 2) se instala un interruptor manual aprobado en un lugar fácilmente accesible y a la vista del acondicionador de aire.
- 440-64 NTC 2050 Cordones de alimentación. Cuando se utilice un cordón flexible para alimentar un acondicionador de aire autónomo, su longitud no debe ser superior a: 1) 3,0 m, para acondicionadores de 120 V nominales, ó 2) 1,80 m para acondicionadores de 208 ó 240 V nominales.

5.5.5 Toma corrientes e iluminación. 210-63 NTC 2050 Salidas para equipos de calefacción, congeladores y aire acondicionado. Salidas para equipos de calefacción, congeladores y aire acondicionado. Se debe instalar una salida para tomacorriente monofásica de 125 V y 15 A o 20 A en un lugar accesible para el servicio o mantenimiento de los equipos de calefacción, congeladores y aire acondicionado en las azoteas, áticos y espacios bajo el suelo. Dicha salida debe estar situada al mismo nivel y a menos de 8,0 m del equipo de calefacción, refrigeración o aire acondicionado. La salida de tomacorriente no se debe conectar del lado de la carga del dispositivo de desconexión del equipo.

## 6. SISTEMAS DE EMERGENCIA

### 6.1 APLICABILIDAD

700-12 NTC 2050 Requisitos generales. El suministro de corriente debe ser tal que, si falla el suministro normal a la edificación o grupo de edificaciones afectadas, o dentro de ellas, el suministro de fuerza de emergencia, el alumbrado de emergencia o ambos, estarán disponibles dentro del tiempo necesario para esas aplicaciones, pero no debe demorar más de 10 segundos. El sistema de suministro para propósitos de emergencia, además de permitir el funcionamiento de los servicios normales del edificio y de cumplir los requisitos generales de esta Sección, puede constar de uno o más de los sistemas que se relacionan en los siguientes apartados a) hasta d). Los equipos unitarios, de acuerdo con el Artículo 700-12.e), deben cumplir las especificaciones de esta Sección que les sean aplicables.

Al seleccionar una fuente de alimentación de emergencia hay que tener en cuenta el tipo de actividad desarrollada en el edificio y el tipo de servicio que haya que prestar; por ejemplo, si es de corta duración, como la evacuación de los espectadores de un teatro, o de mayor duración, como suministrar energía para alumbrado y otras aplicaciones durante un periodo indefinido ante una situación anómala debida a una avería producida dentro o fuera de la edificación.

Los equipos se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de fallas debidas a inundaciones, incendios, congelamiento o vandalismo.

En lugares de reuniones en los que pueda haber más de 1.000 personas o en edificaciones que tengan más de 23m de altura con cualquiera de las siguientes clases de actividad : educación, residencial, detención y correccional, negocios y comercio, los equipos de las fuentes de alimentación, tal como se describen en los siguientes apartados a) hasta d), deben estar instalados en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos aprobados de protección contra incendios (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, etc.), o en espacios con resistencia nominal al fuego de una hora.

- Baterías. Las baterías que se utilicen como fuentes de alimentación para sistemas de emergencia deben ser de capacidad nominal de corriente adecuada para alimentar y mantener durante 1,5 horas como mínimo la carga total conectada, sin que la tensión aplicada a la carga caiga por debajo del 87,5 % de la tensión normal. Las baterías, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que satisfagan las necesidades del servicio de emergencia y que sean compatibles con el cargador que haya instalado en ese sistema en particular. Para baterías selladas (libres de mantenimiento) no es necesario que la caja sea transparente. Sin embargo, las baterías de plomo ácido a las que haya que añadir agua deben tener cajas transparentes o translúcidas. No se deben utilizar baterías tipo automotriz. La instalación debe contar con un medio de carga automática de las baterías.

Figura 39. Lámpara de emergencia de escalera



Figura 40. Lámpara de emergencia en oficina



Artículo 40 Retie Requisitos para instalaciones domiciliarias. En todos los edificios de servicio publico, con alta concentración de personas, es decir, con más de 100 personas por cada piso o nivel, debe proveerse de un sistema de potencia de emergencia. Estos sistemas están destinados a suministrar automáticamente dentro de los 10 segundos siguientes al corte de energía



eléctrica, a los sistemas de alumbrado y fuerza para áreas y equipos previamente definidos, y en caso de falla del sistema destinado a alimentar circuitos esenciales para la seguridad y vida humana. Los sistemas de emergencia deben suministrar energía a los medios de comunicación, a las señales de salida, sistemas de ventilación, detección y alarma de sistemas contra incendio, bomba contra incendios, ascensores, sistemas de comunicación, procesos industriales y demás sistemas en los que la interrupción del suministro eléctrico puede serios peligros para la seguridad de la vida humana.

Los grupos de baterías de acumuladores deben proveerse con un cargador automático en los sitios donde se requiera respaldo adicional de energía. Este sistema debe proveer autonomía por 90 minutos a plena carga sin que la tensión baje del 87.5% de su valor nominal. Adicionalmente, cuando aplique, en el cuarto de la planta de emergencia debe disponerse de tomacorrientes para el precalentado y para cualquier otro uso necesario.

700-9 (c) NTC 2050 Alambrados de sistemas de emergencia

- Protección contra incendios. En lugares de reuniones en los que pueda haber más de 1.000 personas o edificaciones de más de 23m de altura con cualquiera de las siguientes clases de actividad: reuniones, educación, comercio, negocios, residencial, comisaría, centros de detención y correccionales, los sistemas de emergencia deben cumplir los siguientes requisitos adicionales:

- El alambrado del circuito alimentador debe estar instalado en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos aprobados de protección contra incendios (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, etc.), o debe ser un sistema de protección de circuito eléctrico certificado, con resistencia nominal al fuego de una hora.

- Los equipos para los circuitos del alimentador (incluidos los conmutadores de transferencia, transformadores, paneles de distribución, etc.), deben estar ubicados en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos aprobados de protección contra incendios (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, etc.), o en espacios con resistencia nominal al fuego de una hora.

## 6.2 DIMENSIONAMIENTO

700-5 NTC 2050 Capacidad

- Capacidad y régimen. Un sistema de emergencia debe tener la capacidad y régimen adecuados para que puedan funcionar simultáneamente todas las cargas conectadas. Los equipos de los sistemas de emergencia deben ser adecuados para la máxima corriente de falla disponible en sus terminales.

- Selección de carga, restricción de carga y limitación de picos de carga. Se permite que la fuente de potencia alterna alimente cargas de sistemas de emergencia, sistemas de reserva legalmente requeridos y opcionales donde se provea carga automática selectiva y restricción de carga como una necesidad para garantizar suministro a: 1) a los circuitos de emergencia; 2) a los circuitos de reserva legalmente requeridos; 3) a los circuitos de reserva opcionales, en este orden de prioridad. Siempre que se cumplan las condiciones anteriores, se permite utilizar la fuente de potencia alterna para limitar los picos de carga.

Cuando el generador de emergencia esté fuera de servicio para revisiones o reparaciones importantes, debe haber una fuente alternativa de energía eléctrica, portátil o provisional.

700-15 NTC 2050 Cargas en circuitos ramales de emergencia.

A los circuitos de alumbrado de emergencia no deben conectarse otros artefactos ni bombillas que no sean los específicos del sistema de emergencia.

### 6.3 TIEMPO DE ENTRADA EN OPERACIÓN

700-12 NTC 2050 Requisitos generales

- Dirigir o presenciar las pruebas. La autoridad competente debe dirigir o presenciar los ensayos de los sistemas de emergencia completos, una vez instalados y después periódicamente.
- Ensayos periódicos. Los sistemas de emergencia se deben ensayar periódicamente, siguiendo las recomendaciones del fabricante que aseguren que los sistemas se mantienen en condiciones adecuadas de funcionamiento.
- Mantenimiento de sistemas de baterías. Cuando hayan instaladas baterías o sistemas de baterías, incluidas las utilizadas para el arranque, control y encendido de los motores auxiliares, se deben seguir las recomendaciones del fabricante para su mantenimiento periódico.
- Registro escrito. De todos los ensayos y mantenimiento de los sistemas de emergencia se debe llevar un registro escrito.
- Ensayos bajo carga. Se deben instalar medios que permitan ensayar todos los sistemas de fuerza y de alumbrado de emergencia en las condiciones de carga máxima prevista.

### 6.4 ENSAYOS

700-4 NTC 2050 Ensayos y mantenimientos

- Dirigir o presenciar las pruebas. La autoridad competente debe dirigir o presenciar los ensayos de los sistemas de emergencia completos, una vez instalados y después periódicamente.
- Ensayos periódicos. Los sistemas de emergencia se deben ensayar periódicamente, siguiendo las recomendaciones del fabricante que aseguren que los sistemas se mantienen en condiciones adecuadas de funcionamiento.
- Mantenimiento de sistemas de baterías. Cuando haya instaladas baterías o sistemas de baterías, incluidas las utilizadas para el arranque, control y encendido de los motores auxiliares, se deben seguir las recomendaciones del fabricante para su mantenimiento periódico.
- Registro escrito. De todos los ensayos y mantenimiento de los sistemas de emergencia se debe llevar un registro escrito.
- Ensayos bajo carga. Se deben instalar medios que permitan ensayar todos los sistemas de fuerza y de alumbrado de emergencia en las condiciones de carga máxima prevista.

## 6.5 ACCESIBILIDAD

700-25 NTC 2050 Accesibilidad.

El dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal al que estén conectados los circuitos de emergencia debe ser accesible únicamente a personas autorizadas.

## 6.6 RESPALDO DE BATERIAS

700-12(a) NTC 2050 Requisitos generales

Baterías. Las baterías que se utilicen como fuentes de alimentación para sistemas de emergencia deben ser de capacidad nominal de corriente adecuada para alimentar y mantener durante 1,5 horas como mínimo la carga total conectada, sin que la tensión aplicada a la carga caiga por debajo del 87,5 % de la tensión normal.

Las baterías, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que satisfagan las necesidades del servicio de emergencia y que sean compatibles con el cargador que haya instalado en ese sistema en particular.

Para baterías selladas (libres de mantenimiento) no es necesario que la caja sea transparente. Sin embargo, las baterías de plomo ácido a las que haya que añadir agua deben tener cajas transparentes o translúcidas. No se deben utilizar baterías tipo automotriz.

La instalación debe contar con un medio de carga automática de las baterías.

## 6.7 DISPONIBILIDAD DE COMBUSTIBLE

700-12(b) NTC 2050 Requisitos generales

- Grupos electrógenos

- Un grupo electrógeno con motor primario que sea aceptable para la autoridad competente y dimensionada de acuerdo con el Artículo 700-5. Se deben instalar medios para arrancar el motor primario automáticamente bajo falla en el servicio normal y que transfieran automáticamente las cargas a los circuitos de emergencia y las mantengan en funcionamiento. Se debe proporcionar un retardo de tiempo que permita un ajuste de 15 minutos para evitar retransferir en caso de restablecimiento de corta duración de la fuente normal.

- Cuando el motor primario del grupo electrógeno sea de combustión interna, debe instalarse en el mismo sitio un depósito y un sistema de alimentación de combustible suficiente para que el sistema de emergencia pueda funcionar durante dos horas como mínimo.

- Los motores primarios de los grupos electrógenos no deben depender exclusivamente de las redes de suministro públicas de gas para su funcionamiento ni de la de agua para su refrigeración. Si se utilizan dos sistemas de combustible, se deben instalar medios de transferencia automática de un sistema a otro.

- Cuando se utilicen baterías para los circuitos de control o de señalización o como medios de arranque para el motor primario, deben ser adecuadas para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del grupo electrógeno.
- Son aceptables los grupos electrógenos que tarden más de 10 segundos para generar potencia, siempre que se instale una fuente auxiliar de suministro que energice el sistema de emergencia hasta que el grupo electrógeno tome la carga.

## 6.8 TRANSFERENCIA

700-6 NTC 2050 Equipos de transferencia. El equipo de transferencia, incluidos los conmutadores automáticos de transferencia, debe ser automático, estar identificado para usarlo en emergencia y aprobado por la autoridad competente. El equipo de transferencia se debe diseñar e instalar de modo que impida la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de emergencia al hacer cualquier manipulación (véase el Artículo 230-83). Se debe permitir un dispositivo para puentear y aislar (separar) el equipo de transferencia. Si el dispositivo consiste en un conmutador de separación en derivación (seccionador), se debe evitar la operación accidental en paralelo.

## 6.9 SEÑALIZACION

### 700-8 NTC 2050 Avisos

- Fuentes de emergencia. En el equipo de entrada de acometida se debe colocar un diagrama que indique el tipo y la ubicación de las fuentes internas para suministro de emergencia.
- Excepción. No es necesario instalar diagramas en los equipos unitarios individuales, como se indica en el Artículo 700-12.e).

- Puesta a tierra. Cuando el conductor del circuito puesto a tierra conectado a la fuente de emergencia esté conectado al conductor del electrodo de puesta a tierra en un lugar remoto de dicha fuente, cerca del electrodo se debe colocar un aviso que identifique las fuentes de alimentación normales y de emergencia que estén conectadas a ese conductor en ese lugar.

### 700-9 (a) NTC 2050 Alambrado de sistemas de emergencia

- Identificación. Todas las cajas y encerramientos de los circuitos de emergencia (incluidas las de los conmutadores de transferencia, generadores y paneles de fuerza) deben tener rótulos permanentes que permitan identificarlas fácilmente como pertenecientes a un sistema o circuito de emergencia.

700-7 NTC 2050 Señalización. Siempre que sea posible se deben instalar dispositivos de señalización sonora y visual, para los siguientes propósitos:

- Avería. Indicar una avería de la fuente de emergencia.
- Carga. Indicar que la batería está portando carga.
- No funciona. Indicar que el cargador de batería no está funcionando.

- Falla a tierra. Indicar una falla a tierra en sistemas de emergencia en estrella puestos a tierra sólidamente, de más de 150 V a tierra y con dispositivos de protección de circuito para corriente nominal de 1.000 A o más. El sensor para los dispositivos de señalización de falla a tierra debe estar ubicado en el medio de desconexión del sistema principal para la fuente de emergencia o antes de él y su máximo ajuste de disparo para la corriente de falla a tierra debe ser de 1.200 A. Se debe colocar una hoja de instrucciones para el caso en que se produzca una falla a tierra, lo más cerca posible del sensor.

## 6.10 ALAMBRADO

700-9 (b) NTC 2050 Alambrado de sistemas de emergencia

- Alambrado. El alambrado desde la fuente de emergencia o desde la protección contra sobrecorriente de la fuente de distribución de emergencia hasta las cargas del sistema de emergencia debe ser totalmente independiente de cualquier otro alambrado y equipos y no debe estar en la misma canalización, cable, caja o gabinete con otro alambrado.

## 6.11 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

700-12 (e) NTC 2050 requisitos generales

- Equipos unitarios. Los equipos unitarios individuales para alumbrado de emergencia deben constar de 1) una batería recargable; 2) medios para cargar la batería; 3) instalaciones para una o más bombillas montadas en el equipo, o permitirse terminales para bombillas remotas, o ambas, y 4) un relé que energice automáticamente las bombillas en cuanto se interrumpa el suministro normal al equipo. Las baterías deben ser de la capacidad nominal de corriente adecuada para alimentar y mantener como mínimo una tensión del 87,5 % de la tensión nominal de las baterías para la carga total de bombillas asociadas con la unidad durante un mínimo de 1,5 horas o el equipo unitario debe ser capaz de suministrar y mantener un mínimo del 60 % del alumbrado inicial de emergencia durante 1,5 horas como mínimo. Las baterías, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que satisfagan las necesidades del servicio de emergencia.

Los equipos unitarios deben estar fijos permanentemente (es decir, no pueden ser portátiles) y todo el alambrado que vaya hasta cada unidad debe estar instalado de acuerdo con cualquiera de los métodos de alambrado especificados en el capítulo 3 de NTC 2050. Se permite conectar los equipos mediante cordón flexible y clavija, siempre que el cordón no tenga más de 0,90m de largo. El circuito ramal que alimenta a los equipos unitarios debe ser el mismo que alimenta al alumbrado de la zona y debe estar conectado antes de cualquier interruptor local. En el panel de distribución se debe identificar claramente cuál es el circuito ramal que alimenta al equipo unitario. Los aparatos de alumbrado de emergencia que reciban corriente de un equipo

unitario, pero que no formen parte del mismo, deben estar alambrados a dicho equipo como indica el Artículo 700-9 y según uno de los métodos de alambrado del Capítulo 3 NTC 2050

700-16 NTC 2050 Alumbrado de emergencia. El alumbrado de emergencia consiste en todos los medios necesarios para la iluminación de las salidas, luces indicadoras de las salidas y todas las demás luces específicas necesarias para conseguir una iluminación adecuada.

Los sistemas de alumbrado de emergencia deben estar diseñados e instalados de modo que el fallo de un elemento de los mismos, como una bombilla fundida, no deje a oscuras los espacios que requieran alumbrado de emergencia.

Cuando el único medio de alumbrado normal consista en bombillas de alta intensidad de descarga, como las de vapor de sodio o mercurio de alta y baja presión o las de haluros metálicos, el sistema de alumbrado de emergencia debe estar destinado para que funcione hasta que se restablezca totalmente el alumbrado normal.

Figura 41. Planta de subestación



700-17 NTC 2050 Circuitos para alumbrado de emergencia

Los circuitos ramales para el alumbrado de emergencia se deben instalar de modo que, cuando se interrumpa el suministro al alumbrado normal, suministren corriente a partir de una fuente que cumpla los requisitos del Artículo 700-12. Dichas instalaciones deben ofrecer una de las soluciones siguientes: a) una fuente de alimentación para el alumbrado de emergencia, independiente de la fuente normal, con dispositivos que permitan transferir automáticamente el alumbrado de emergencia en cuanto se interrumpa el suministro normal, o 2) dos o más sistemas completos y separados, cada uno con su fuente de alimentación independiente que produzca corriente suficiente para el alumbrado de emergencia. A menos que se utilicen ambos sistemas para el alumbrado regular y se mantienen encendidos simultáneamente, se debe instalar un medio que encienda automáticamente cualquiera de los sistemas cuando falle el otro. Si los circuitos del sistema de emergencia están instalados de acuerdo con las disposiciones generales de otros Artículos de

esta Sección, se permite que uno o los dos sistemas formen parte del sistema de alumbrado general de la ocupación protegida.

700-18 NTC 2050 Circuitos para alimentación de emergencia. Para los circuitos ramales que alimenten equipos clasificados como de emergencia, debe haber una fuente de alimentación de emergencia a la cual se puedan transferir automáticamente todas las cargas de esos equipos si falla el suministro normal.

700-20 NTC 2050 Requisitos de los interruptores. Los interruptores que haya en los circuitos de alumbrado de emergencia deben estar instalados de modo que solo personas autorizadas puedan manipular el alumbrado de emergencia.

700-21 NTC 2050 Ubicación de los interruptores. Todos los interruptores manuales para controlar los circuitos de emergencia deben estar ubicados convenientemente de modo que las personas responsables de su manipulación tengan acceso a los mismos. En lugares de reuniones, como los cines o teatros, debe haber un interruptor para alumbrado de emergencia instalado en el vestíbulo o en otro lugar fácilmente accesible desde el mismo.

En ningún caso los interruptores del alumbrado de emergencia de un cine, teatro o lugar de reunión se deben instalar en la cabina de proyección, en el escenario ni en el estrado.

## 6.12 TOMACORRIENTES

Artículo 40 Retie Requisitos para instalaciones domiciliarias. En el cuarto de la planta de emergencia debe disponerse de tomas corrientes para el precalentado y para cualquier otro uso necesario.

## 7. DESCRIPCION Y DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

Tabla 7. Cronograma de Actividades

ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Entrevista con el asesor y director del proyecto para obtener información. (a)	■											
Disponibilidad y verificación de los planos existentes (b)		■										
Sectorizar y realizar un plan de inspección por niveles. (c)			■									
Investigación de normas comprometidas en el tema (d)				■								
Evaluación de los certificados de conformidad de los productos (e)					■	■	■	■				
Analizar las posibles inconsistencias encontradas. (f)						■	■	■	■	■		
Sugerencias para las posibles soluciones de errores hallados. (g)								■	■	■	■	■
Elaboración del trabajo escrito. (h)								■	■	■	■	■

La empresa Colredes de Occidente es una prestigiosa compañía de la región, en lo referente al sector eléctrico, que me brindo la oportunidad y manifiesta confianza para efectuar mi trabajo de grado en la modalidad de pasantía, adjudicándome como lugar para el procesar esta práctica, la obra denominada: CAMY, a ejecutarse en la ciudad de Yumbo, donde se tiene previsto que funcionarán los despachos de Alcaldía, Gobernación, Estación de Policía, entre otras dependencias relacionadas y para ello se acordó formalizar la realización de una preinspección con miras a certificación Retie, preparando esta obra para su certificación final.

Con miras a cumplir el objetivo propuesto en la preinspección de la obra y optimizar el desempeño de las actividades, se diseño con antelación a esta práctica un cronograma a seguir. En este cronograma se destacan los aspectos más puntuales y relevantes; teniendo claro que deben estar ceñidos al reglamento que los hará de obligatorio cumplimiento y determinada su realización para un tiempo previamente establecido, el cual se cumplió como sigue:

- Con las directrices antes mencionadas, se prosiguió a establecer un horario para desarrollar mi labor que sería: de lunes a viernes de 8:00 AM a 12: PM. y una guía o lineamiento que sirvió de apoyo, permitiendo consecuentemente avanzar en la consecución de la encomienda hecha.



- Entrega de dotación (gafas, guantes, tapa-oidos, botas con platina de seguridad, prendas y credencial que me identificaban como personal adjunto y autorizado para ingresar a la obra)
- Inducción acerca de cómo se desarrollaría el trabajo y conocimiento físico del lugar, por medio de un recorrido con el supervisor a cargo.
- Asignación de tareas anexas, tales como: manejo de inventario de materiales, disposición del equipo de trabajo organizando tareas asignadas, reemplazo del supervisor de la obra cuando este ausente y entrega de informes parciales de avances de trabajo.

- Luego del acoplamiento con el funcionamiento de la obra, me entregan un paquete de planos eléctricos que contiene:
- Red de iluminación de sótano, primer, segundo y tercer piso.
- Tomas de sótano, primer, segundo y tercer piso.
- Cableado estructurado de sótano, primero, segundo y tercer piso.
- Apantallamiento planta sótano describiendo en detalle la conexión de la malla a tierra.
- Localización de la red compuesta por diagrama unifilar, detalle foso subestación, detalle cárcamo combustible, calculo de malla de puesta a tierra.

Todos estos planos, pormenorizan su cuadro de convenciones eléctricas, entendido como una simbología general adoptada y declarada de obligatorio cumplimiento. Los símbolos o gráficos a utilizar en instalaciones eléctricas tomadas de las normas técnicas IEC 606107, ANSIY32, CSAZ 99, IEEE 315, guardan mayor relación con la seguridad eléctrica y cuando se requieran otros símbolos se pueden tomar de las normas precitadas (Artículo 10, simbología general RETIE)

Presenta cuadros de notas donde se anexa datos que brindan una mayor claridad y comprensión del plano eléctrico.

Cuadros de carga de tablero donde se especifica el número de circuito, tipo de tomacorriente y cantidad, tipo de lámparas y cantidad, la cargabilidad, los amperios, el tipo de protecciones (Brekker), y por ultimo las especificaciones.

- Dependiendo del desarrollo de la obra en la parte civil, se consentía el progreso de los montajes en la parte eléctrica. Es así como impera la necesidad de sectorizar la obra de tal manera que permitiera ejecutar nuestro trabajo, sin perturbar el trabajo de otros contratistas. Una inspección por niveles admitía realizar un seguimiento mas detallado y preciso de la instalación eléctrica y a la par observar el tiempo utilizado en las tareas asignadas y rendimiento del equipo de trabajo, dado que su desempeño laboral era realizado por parejas.

Para el desarrollo del montaje eléctrico se sectorizo, así:

En el sótano: de la columna 1 a la columna 5, de la columna 6 a la columna 13, de la columna 14 a la columna 18.

En el primero, segundo y tercer piso:

De la columna 2 a la columna 5, de la columna 6 a la columna 9, de la columna 10 a la columna 13, y de la columna 14 a la columna 17.

- La investigación de las normas comprometidas en el tema, se realizó de acuerdo a la necesidad de que toda actividad eléctrica ejecutada en dicha obra se ajustara al reglamento; pues esta práctica aseguraría la indudable certificación por parte del ente correspondiente. De ahí que para cada uno de los subtemas descritos en la lista de verificación (checklist), nos remitíamos a buscar en el Retie o en su defecto la NTC 2050 el artículo que establecía los parámetros para su ejecución; después de ser leída, analizada y estudiada, nos dirigíamos al sitio donde se efectuaba dicha labor y confrontábamos que todo montaje eléctrico realizado se ajustara al artículo de la norma.

- Para la evaluación de los certificados de conformidad de los productos, se procedió a solicitar al ingeniero residente (Néstor Valencia), permitirme verificar la existencia, coincidencia y validez de los certificados de los productos instalados y la correspondencia con los exigidos en el Retie, (Artículo 2 tabla 1, Artículo 47 Numeral 1). el acceso a dichos documentos se permitió para r y se realizó una inspección minuciosa, en las oficinas de Colredes ubicadas en el edificio Torre de Cali, sin encontrar novedad alguna.

- Diariamente y a primera hora del día se efectuaba un recorrido por los diferentes puntos donde se había trabajado el día anterior, para verificar el desarrollo de las actividades y poder descubrir algún tipo de inconformidad según la reglamentación vigente.

Algunas inconformidades halladas en este proceso de preinspección no ameritaron redactar informe; debido a que no eran especialmente trascendentes y su exposición se hizo verbalmente, al ingeniero residente y al supervisor de la obra.

En otras verificaciones se encontró, que aunque el lugar donde estaría ubicada la subestación eléctrica era óptimo, ventilado, seco, con drenajes adecuados y de fácil acceso para el desarrollo de labores de mantenimiento; existía una inconsistencia, referente a la presencia de una tubería de aguas negras (figura 26) que atravesaba el sitio donde estaría ubicada la planta eléctrica, fue así como se procedió a redactar un acta (anexo 1) donde se hace mención del artículo de la norma que lo reglamenta (Artículo 17 Numeral 10), siendo esta debatida y analizada con el ingeniero residente y el supervisor de la obra (Orlando Mosquera), llegando a la conclusión de que esta tubería convendría ser retirada, poniéndolo en conocimiento del contratista encargado, quién efectivamente hizo la respectiva reubicación del conducto.

Otro aspecto que se pudo descubrir en los recorridos que se efectuaron periódicamente fue el incumplimiento del código de colores (Artículo 11 Retie) (tabla 7 y figura 7) en cajas de paso, tomas, apagadores, incluso, encontrando cables rotulados con cinta de papel (cinta de enmascarar). Para tal inconformidad se efectuó la realización de otra acta (anexo 2) donde se

manifiesta la infracción a la ley establecida y se sugiere la rotulación de las entradas y salidas de los conductores con cinta del color correspondiente, entendiéndose aceptado y ajustado conforme a la indicación hecha.

En cuanto a las bandejas porta-cables se realizó la instalación tipo escalera. (figura 4). Al supervisar constantemente la instalación de las bandejas portacables, en cuanto a su fijación a pared y tableros, continuidad de la misma, número de conductores permitidos, uso adecuado de los herrajes, fijación adecuada de las conduletas y conexión a tierra y confrontarse con la exigencia que hace el reglamento, se estipula, que este tipo de bandeja debe poseer tapa tipo ducto (Artículo 17.11 Retie, Artículo 318.6 d) NTC 2050), procediendo de la misma manera que las veces anteriores, a efectuar un documento (anexo 3) donde quedó constancia del requerimiento a cumplir y a realizar en la brevedad posible, lo que se confirma con el ente que certifico la obra.

- Luego de cotejar toda la información y corroborar el procedimiento, elaboró el presente trabajo que congrega todo lo efectuado en la obra CAM-Yumbo.

## 8. CONCLUSIONES

La realización de la pasantía, Preinspección con miras a certificación Retie, desarrollada en el CAM de la ciudad de Yumbo, fue un éxito; ya que se dieron las condiciones apropiadas para el desarrollo de la misma. El trabajo en equipo realizado por el Ingeniero residente, el supervisor de la obra, los obreros electricistas y el estudiante en practica, fue oportunidad para que todos los procedimientos que no cumplían con lo establecido por el Retie y la norma NTC 2050, se encaminaran hacia el análisis y el debate en equipo, generando como resultado la obtención de un conocimiento mas amplio y conjugado sobre la aplicación de la normatividad vigente y de los beneficios que se ofrecen a los usuarios de dicho escenario.

Las inconsistencias encontradas durante el desarrollo de la pasantía fueron expuestas y socializadas a través de actas donde se mencionaban los aspectos a mejorar y el artículo de la norma RETIE, que soporta y exige su cumplimiento; siendo tenidas en cuenta por el equipo de trabajo que laboraba en dicha obra.

Se recomendó directamente a la Empresa Colredes, capacitar a los empleados que laboran directamente en las instalaciones eléctricas en la reglamentación vigente, pues el desconocimiento de esta norma hace incurrir en gastos (monetarios y de tiempo) innecesarios cuando se deba hacer algún ajuste o modificación.

La preinspección fue pertinente para la obra en mención y se consintió que para futuras obras de la Empresa con equivalente magnitud se trataría de realizar algo similar.

Todo este proceso fue un aporte para que mi formación y desempeño en el medio se diera óptimamente, en el contacto directo con el campo de aplicación que me presto oportunidad para tener una visión clara de lo que representa ser un ingeniería eléctrico.

De acuerdo al cronograma trazado, para el desarrollo de la pasantía: Preinspección con miras a Certificación Retie de la obra CAM-Yumbo puedo concluir que se cumplió a cabalidad lo proyectado, pues la empresa Colredes de Occidente, aprobó y se mostró satisfecho con el desarrollo y culminación de la pasantía, y abre la posibilidad para que otros estudiantes con proyectos de grado similar, puedan realizar su práctica en esta Compañía.

A la presentación de este trabajo la obra CAM-YUMBO, ya fue certificada por la reglamentación vigente.

## RECOMENDACIONES

Todas las recomendaciones que se realizaron, durante el desarrollo de la pasantía, tienen como fundamento el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) y la norma NTC 2050, las cuales se encuentran descritas en las diferentes actas adjuntas en los anexos. Por otro lado queda la satisfacción de que, todas y cada una de las recomendaciones presentadas en su debido tiempo durante el desarrollo de la obra del CAM de Yumbo, fueron tenidas en cuenta y realizadas a cabalidad.

## BIBLIOGRAFIA

REGLAMENTO TECNICO DE INSTALACIONES ELECTRICAS (RETIE).  
Ministerio de Minas y Energía Resolución No. 180466 del 2 de Marzo de  
2007. Santa fe de Bogota D.C. Marzo 2006

CODIGO ELECTRICO COLOMBIANO NTC 2050. Instituto Colombiano de  
Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas  
Técnicas y Certificación, ICONTEC, Ministerio de Desarrollo Económico  
edición: 2002.

HARPER, Enríquez G. El ABC de las instalaciones eléctricas industriales.  
Editorial Limusa (Noriega editores México). 2007.

## INDICE

Aberturas no utilizadas, 46  
Aberturas no utilizadas, 51  
Aberturas no utilizadas, 58  
Accesibilidad, 76  
Acceso, 43  
Agrupamiento, 24  
Aire acondicionado, 64  
Alambrado, 78  
Alumbrado de emergencia, 64  
Alumbrado de emergencia, 78  
Alumbrado, 63  
Anexo, 89  
Aplicabilidad, 72  
Aspectos generales, 18  
Bibliografía, 87  
Bóveda, 40  
Canalizaciones, 62  
Capacidad nominal, 61  
Circuitos ramales, 60  
Combustibles adyacentes y uso de salas, 43  
Conclusiones, 85  
Conductores, 46  
Conductores, 52  
Conductores, 58  
Conexiones eléctricas, 63  
Continuidad, 38  
Cruce de canalizaciones en subestaciones, 43  
Descripción y desarrollo de las actividades, 81  
Dimensionamiento, 69  
Dimensionamiento, 74  
Disponibilidad de combustible, 76  
Distancias de seguridad, 44  
Divisiones de oficinas, 62  
Ensayos, 75  
Espacios de trabajo, 48  
Espacios de trabajo, 55  
Espacios de trabajo, 59  
Fuerza, 49  
Glosario, 14  
Identificación, 45  
Identificación, 49  
Identificación, 57  
Identificación, 61  
Iluminación, 64  
Índice, 88

Introducción, 16  
lámparas de descarga, 64  
Línea de alimentación, 22  
Localización de subestaciones, 42  
Longitud, 26  
Medios de desconexión, 69  
Memoria de cálculo, 64  
Planos, 18  
Posición en las paredes, 46  
Posición en las paredes, 51  
Posición en las paredes, 57  
Presencia de puesta a tierra, 22  
Productos eléctricos, 18  
Protecciones, 60  
Protecciones, 66  
Puesta a tierra, 45  
Puesta a tierra, 49  
Puesta a tierra, 57  
Recomendaciones, 86  
Respaldo de baterías, 76  
Resumen, 15  
Rotulado, 64  
Señalización de seguridad, 43  
Señalización, 77  
Separación, 28  
Sistemas de emergencia, 72  
Subestación eléctrica, 39  
Sujeción, 38  
Tableros de distribución, cajas de corte, 45  
Tableros de distribución, cajas de corte, 49  
Tableros de protección, 57  
Tiempo de entrada en operación, 75  
Toma corrientes e iluminación, 70  
Tomacorrientes, 62  
Tomacorrientes, 80  
Transferencia, 77  
Uso de canalizaciones o bandejas, 33  
Uso en lugares húmedos, 46  
Uso en lugares húmedos, 50  
Uso en lugares húmedos, 57  
Ventilación, humedad y obstrucciones, 39  
Zona de oficinas, 57



## Anexo A. Lista de verificación de instalaciones eléctricas checklist

Ítem		Subtema	Lista de verificación de Instalaciones Eléctricas Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
1	ASPECTOS GENERALES	Planos	Verificar existencia de planos. Verificar que cuenten con cuadro de convenciones para aclarar la simbología utilizada.	Art. 47.Num. 8 (Formato Dictamen, Ítem 12)		√	Si			
		Productos eléctricos - Particularizar en cada sistema.	Verificar la validez de los certificados de los productos instalados y la correspondencia con los exigidos en el RETIE.	Art. 2 Tab. 1		√	Si			
			Verificar coincidencia de los productos instalados con los certificados de productos adjuntos por el cliente.	Art. 47 Num. 1 Art. 2,Tab. 1		√	Si			
2	LINEA DE ALIMENTACION	Presencia de puesta a tierra	Verificar que la instalación cuente con un sistema de puesta a tierra.	Art. 15		√	Si			
		Agrupamiento	Verificar que todos los conductores de un circuito estén agrupados	300-3 (a) y (b)		√	Si			
		Longitud	Verificar la longitud adecuada de los conductores libres en las cajas	300-14		√	Si			
		Uso de canalizaciones y bandejas	Verificar que las canalizaciones eléctricas y bandejas porta cables se usen exclusivamente para conductores eléctricos.	300-8		√	Si			
			Verificar que las bandejas porta cables cumplan con lo permitido para el uso, instalación, puesta a tierra, instalación de los cables y número de conductores en las bandejas porta cables.	318		√	Si			
			Verificar la continuidad e integridad de las canalizaciones y encerramientos metálicos.	300-10		√	Si			
			Verificar que las cajas estén aisladas en puntos de unión, empalme, Salida, interruptores y de alambrado.	300-15		√	Si			
			Verificar la ocupación de conductores en las canalizaciones.	300-17		√	Si			
			Verificar que los sistemas de canalizaciones estén completos antes de instalar los conductores	300-18		√	Si			
			Verificar que las canalizaciones verticales tengan soportes de conductores adecuados.	300-19		√	Si			
			Verificar que las tuberías, canalizaciones y canaletas cumplan con el uso permitido y la instalación adecuada.	341 a 351, Art. 17(11)RETIE		√	Si			
		Sujeción	Verificar que las canalizaciones, conjuntos de cables, cajas, armarios y herrajes estén asegurados firmemente en un sitio, sostenidos independientemente de los cielos rasos suspendidos y que no se usen como soportes.	300-11 y Artículos aplicables del Cap. 3		√	Si			
		Continuidad	Revisar la continuidad de los conductores puestos a tierra en circuitos ramales multiconductores.	300-13		√	Si			

Ítem		Subtema	Lista de verificación de Instalaciones Eléctricas Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
3	SUBESTACIONES ELÉCTRICAS	Ventilación, humedad y obstrucciones	En las salas y espacios donde haya instalado equipo eléctrico, verificar que estén suficientemente ventiladas y estén secas. En las estaciones externas o ubicadas en túneles mojados, pasos subterráneos u otros lugares húmedos o de alto grado de humedad, verificar que el equipo eléctrico este diseñado para soportar las condiciones atmosféricas imperantes.	Art. 31		√	Si			
			Revisar las instalaciones de los transformadores en cuanto a una ventilación adecuada y su separación de paredes y obstrucciones.	450-9		√	Si			
			Verificar en los locales ubicados en semisótanos y sótanos, con el techo debajo de antejardines y paredes que limiten con muros de contención hayan sido debidamente impermeabilizados para evitar humedad y oxidación.	Art. 17, Num. 10		√	Si			
		Bóveda	Cuando un transformador requiera instalación en bóveda, verificar que haya sido construida con materiales que ofrezcan una resistencia al fuego mínimo tres horas	450-41 a 450-48, Art. 17°(10) (RETIE)		√	Si			
			Revisar las bóvedas de los transformadores en cuanto a su construcción, acceso, ventilación y drenaje adecuados, y a la presencia de sistemas extraños en las bóvedas			√	Si			
		Localización de subestaciones	Verificar que el local para las subestaciones dentro de edificaciones, esté ubicado en un sitio de fácil acceso desde el exterior, con el fin de facilitar tanto al personal calificado las labores de mantenimiento, revisión e inspección, como a los vehículos que transportan los equipos	Art. 17, Num. 10		√	Si			
		Acceso	Verificar que los transformadores refrigerados en aceite no estén instalados en niveles o pisos que estén por encima de sitios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a ocupación permanente de personas.	Art.17, Num.10		√	Si			
			Revisar que haya fácil acceso a los transformadores para su inspección y mantenimiento.	450-13, Art. 17° (10) (RETIE)		√	Si			
		Combustibles adyacentes y uso de salas	Verificar en las zonas adyacentes a la subestación que no se almacenen combustibles.	Art.17, Num. 10		√	Si			
			En las salas y espacios donde haya instalado equipo eléctrico, verificar que las instalaciones estén libres de materiales combustibles, polvo y humo, y no sean utilizadas para reparación, fabricación o almacenamiento, excepto para partes menores esenciales en el mantenimiento del equipo instalado.	Art. 31		√	Si			
		Cruce de canalizaciones en subestaciones.	Verificar que en las subestaciones no crucen canalizaciones de agua gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, excepto las tuberías de extinción de incendios y de refrigeración de los equipos de la subestación.	Art.17,Num. 10		√	Si			

Ítem		Subtema	Lista de verificación de Instalaciones Eléctricas Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Señalización de Seguridad	Verificar la señal de riesgo eléctrico en cada entrada de una sub-estación y en las estaciones con malla eslabonada se deben instalar <b>señales de seguridad en el perímetro que sea accesible a personas</b>	Art. 30		√	Si			
			Verificar que las subestaciones a nivel de piso, tengan una placa en la entrada con el símbolo de "Peligro Alta Tensión" y con puerta de acceso hacia la calle, preferiblemente.	Art. 17 Num.10		√	Si			
		Distancias de Seguridad	Verificar que las distancias de seguridad aplicadas en subestaciones cumplan los lineamientos expresados en las Figuras 20, 20 A, y Tabla 41 del RETIE.	Art. 32		√	Si			
			Verificar que los cercos o paredes que son instalados como barreras para el personal no autorizado, estén colocados de tal manera que las partes expuestas energizadas queden por fuera de la zona de distancia de seguridad, tal como se ilustra en la Figura 21 y en la tabla 41 A del RETIE.	Art. 32		√	Si			
		Tableros de distribución, cajas de corte y tableros de medidores Enchufables	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Puesta a tierra	Verificar que los tableros estén conectados a tierra mediante un barraje terminal para el cable del alimentador. Dicho barraje deberá tener suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.	Art. 17, Num. 9		√	Si			
			Verificar que todas las partes externas del panel estén puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales identificados con el símbolo de puesta a tierra.	Art. 17, Num. 9		√	Si			
		Identificación	Verificar que los tableros de distribución tengan adherida de manera clara, permanente y visible, por lo menos la siguiente información: Tensión (es) nominal (es) de operación, Corriente nominal de operación, Número de fases, Número de hilos (incluyendo tierras y neutros), Razón social o marca registrada del fabricante, el símbolo de riesgo eléctrico, Cuadro para identificar los circuitos.	Art. 17, Num. 9		√	Si			
		Uso en lugares húmedos	Verificar que los gabinetes o cajas de corte sean adecuados y estén adecuadamente instalados en cualquier lugar húmedo o mojado.	373-2		√	Si			
		Posición en las paredes	Verificar que los gabinetes en las paredes estén a nivel con la superficie terminada, o si las superficies no son combustibles, a no mas de 6 mm de la superficie terminada.	373-3		√	Si			
		Aberturas no utilizadas	Revisar que las aberturas no usadas estén tapadas.	373-4		√	Si			

Ítem		Subtema	Lista de verificación de Instalaciones Eléctricas Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Conductores	Verificar que los cables estén asegurados a los gabinetes y cajas de corte, o que se cumplan las condiciones para los cables con forro no metálico.	373-5 (c)		√	Si			
			Verificar el espacio para alambrado y doblado en los gabinetes y cajas de corte.	373-6		√	Si			
		Espacios de trabajo	Revisar que en los gabinetes y cajas de corte haya espacio adecuado. para los conductores y para los empalmes y derivaciones, cuando los haya.	373-7 y 373-8		√	Si			
4	FUERZA	Tableros de distribución, cajas de corte y tableros de medidores enchufables.	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Puesta a tierra	Verificar que los tableros estén conectados a tierra mediante un barraje terminal para el cable del alimentador. Dicho barraje deberá tener suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.	Art. 17, Num. 9		√	Si			
			Verificar que todas las partes externas del panel estén puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales identificados con el símbolo de puesta a tierra.	Art. 17, Num. 9		√	Si			
		Identificación	Verificar que los tableros de distribución tengan adherida de manera clara, permanente y visible, por lo menos la siguiente información: Tensión (es) nominal (es) de operación, Corriente nominal de operación, Número de fases, Número de hilos (incluyendo tierras y neutros), Razón social o marca registrada del fabricante, el símbolo de riesgo eléctrico, Cuadro para identificar los circuitos.	Art. 17, Num. 9		√	Si			
		Uso en lugares húmedos	Verificar que los gabinetes o cajas de corte sean adecuados y estén adecuadamente instalados en cualquier lugar húmedo o mojado.	373-2		√	Si			
		Posición en las paredes	Verificar que los gabinetes en las paredes estén a nivel con la superficie terminada, o si las superficies no son combustibles, a no más de 6 mm de la superficie terminada.	373-3		√	Si			
		Aberturas no utilizadas	Revisar que las aberturas no usadas estén tapadas.	373-4		√	Si			
		Conductores	Verificar que los cables estén asegurados a los gabinetes y cajas de corte, o que se cumplan las condiciones para los cables con forro no metálico.	373-5 (c)		√	Si			
			Verificar el espacio para alambrado y doblado en los gabinetes y cajas de corte.	373-6		√	Si			

Ítem		Subtema	Lista de verificación de Instalaciones Eléctricas Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Espacios de trabajo	Revisar que en los gabinetes y cajas de corte haya espacio adecuado para los conductores y para los empalmes y derivaciones, cuando los haya.	373-7 y 373-8		√	Si			
5	ZONA DE OFICINAS	Tableros de Protección	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Puesta a tierra	Verificar que los tableros estén conectados a tierra mediante un barraje terminal para el cable del alimentador. Dicho barraje deberá tener suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.	Art. 17, Num. 9		√	Si			
			Verificar que todas las partes externas del panel estén puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales identificados con el símbolo de puesta a tierra.	Art. 17, Num. 9		√	Si			
		Identificación	Verificar que los tableros de distribución tengan adherida de manera clara, permanente y visible, por lo menos la siguiente información: Tensión (es) nominal (es) de operación, Corriente nominal de operación, Número de fases, Número de hilos (incluyendo tierras y neutros), Razón social o marca registrada del fabricante, el símbolo de riesgo eléctrico, Cuadro para identificar los circuitos.	Art. 17, Num. 9		√	Si			
		Uso en lugares húmedos	Verificar que los gabinetes o cajas de corte sean adecuados y estén adecuadamente instalados en cualquier lugar húmedo o mojado.	373-2		√	Si			
		Posición en las paredes	Verificar que los gabinetes en las paredes estén a nivel con la superficie terminada, o si las superficies no son combustibles, a no mas de 6 mm de la superficie terminada.	373-3		√	Si			
		Aberturas no utilizadas	Revisar que las aberturas no usadas estén tapadas.	373-4		√	Si			
		Conductores	Verificar que los cables estén asegurados a los gabinetes y cajas de corte, o que se cumplan las condiciones para los cables con forro no metálico.	373-5 (c)		√	Si			
			Verificar el espacio para alambrado y doblado en los gabinetes y cajas de corte.	373-6		√	Si			
		Espacios de trabajo	Revisar que en los gabinetes y cajas de corte haya espacio adecuado para los conductores y para los empalmes y derivaciones, cuando los haya.	373-7 y 373-8		√	Si			
		Circuitos ramales	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Protecciones	Revisar la protección apropiada contra sobre corriente y las limitaciones sobre el número de dispositivos de sobre corriente, de los paneles de distribución.	384-13 a 384-16		√	Si			

Ítem		Subtema	Lista de verificación de Instalaciones Eléctricas Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Capacidad nominal	Verificar que los circuitos ramales se usen para alimentar solamente las cargas permisibles con base en sus capacidades nominales.	210-23		√	Si			
			Verificar que el número de circuitos ramales sea adecuado y que la carga esté distribuida uniformemente entre los circuitos ramales.	210-22		√	Si			
		Identificación	Revisar el uso e identificación apropiados de los circuitos ramales multiconductores.	210-4		√	Si			
			Verificar que los conductores cumplan con el código de colores.	210-5, 310-12, Art. 11°(4) RETIE		√	Si			
		Tomacorrientes	Verificar que los tomacorrientes de cuartos de baños y azoteas tengan protección GFCI.	210-8 (b)		√	Si			
		Divisiones de oficina	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Canalizaciones	Verificar que todos los conductores y conexiones estén dentro de canalizaciones de metal u otro material identificado como adecuado para esas condiciones de uso, y revisar que estas no contengan salientes u otros elementos que puedan dañar el aislamiento de los conductores.	605-3		√	Si			
		Conexiones eléctricas	Verificar que las conexiones eléctricas entre los distintos tabiques sean conjuntos flexibles identificados para usarlos con tabiques Alambrados, a no ser que se cumplan todas las condiciones establecidas en la excepción.	605-4		√	Si			
			Verificar que los tabiques alambrados fijos (asegurados a la superficie de la edificación) estén conectados permanentemente al sistema eléctrico del edificio por alguno de los métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3.	605-6		√	Si			
		Alumbrado	Verificar que los accesorios de alumbrado tengan un medio que permita apoyarlos o sujetarlos bien.	605-5 (a)		√	Si			
			Verificar cuando la conexión de los accesorios de alumbrados se Proporcione con cordón y clavija , que la longitud del cordón sea la adecuada sin que pase de 2,70 m de largo, que la sección transversal del cordón no sea menor a 0,82 mm² (18 AWG), que contenga un conductor para puesta a tierra de equipos y que sea de tipo para uso pesado.	605-5 (b)		√	Si			
			Cuando se proporcione la conexión de los accesorios de alumbrado por otros medios verificar que esté identificada como adecuada para las condiciones de uso.	605-5 (b)		√	Si			
			Verificar que no se instalen tomacorrientes en los accesorios de alumbrado.	605-5 (c)		√	Si			

Ítem		Subtema	Lista de verificación de Instalaciones Eléctricas Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Iluminación	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Memoria de cálculo	Verificar que el diseño de la iluminación garantice suministro de una cantidad de luz suficiente, elimine todas las causas de deslumbramiento, prevea el tipo y cantidad de luminarias apropiadas, para cada caso particular y utilice fuentes luminosas que aseguren una satisfactoria distribución de los colores.	Art. 16		√	Si			
			Verificar que exista suministro ininterrumpido para iluminación en sitios y áreas donde la falta de ésta pueda originar riesgos para la vida de las personas, como en áreas críticas y en los medios para evacuación.	Art. 16		√	Si			
		Lámparas de descarga	Verificar que no se utilicen lámparas de descarga con encendido retardado en circuitos de iluminación de emergencia	Art. 16		√	Si			
		Alumbrado de emergencia	Verificar que los alumbrados de emergencia equipados con grupos de baterías, tengan un respaldo de funcionamiento de mínimo 60 minutos.	Artículo 16		√	Si			
		Aire acondicionado	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Rotulado	Identificar la información de la placa de características aplicable para el equipo.	440-4		√	Si			
		Conductores	Verificar que los calibres de los conductores de los circuitos ramales sean adecuados, con base en la información aplicable de las placas de características.	440-31 a 440-35		√	Si			
			Verificar que los conductores que alimentan varias unidades estén dimensionados apropiadamente.	440-6		√	Si			
		Protecciones	Verificar que haya protección contra sobrecarga del circuito ramal y que esté dimensionado apropiadamente.	440-51 a 440-55		√	Si			
			Verificar que haya protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito ramal y que esté dimensionada apropiadamente.	440-21, 440-22		√	Si			
		Medios de desconexión	Verificar que los medios de desconexión estén al alcance de la vista desde el equipo y sean fácilmente accesibles desde éste, y que los espacios de trabajo sean adecuados.	440-14, 110-32		√	Si			
		Dimensionamiento	Verificar que los conductores, tomacorrientes, cordones y dispositivos de sobre corriente para acondicionadores de aire de recintos estén dimensionados apropiadamente.	440-60 a 440-64		√	Si			
		Tomacorrientes e iluminación	Revisar que existan los tomacorrientes y la iluminación adecuada para el mantenimiento y reparación de los equipos mecánicos	210-63, 210-70		√	Si			

Ítem		Subtema	Lista de verificación de Instalaciones Eléctricas Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
6	SISTEMA DE EMERGENCIA	Sistemas de emergencia	Verificar la aplicabilidad de este aspecto							
		Aplicabilidad	Verificar que existan sistemas de alimentación de emergencia en lugares de reuniones en los que pueda haber más de 1000 personas o en edificaciones que tengan más de 23 m de altura, con cualquiera de las siguientes clases de actividad: educación, residencial, detención y correccional, negocios y comercio.	700-12		√	Si			
			Verificar que todos los edificios de servicio público, con más de 100 personas por cada piso o nivel, estén provistos de un sistema de potencia de emergencia	Art. 40° (RETIE)		√	Si			
			Verificar que los circuitos y equipos del alimentador de emergencia en edificaciones de gran altura e inmuebles para reuniones de más de 1000 personas, tengan protección adecuada contra incendios	700-9 (c)		√	Si			
		Dimensionamiento	Revisar los cálculos de carga y verificar que la capacidad del sistema sea la adecuada	700-5		√	Si			
			Verificar que la capacidad del sistema sea adecuada para cualquier carga diferente de las cargas de emergencia que alimente, o que se suministre carga selectiva automática de arranque y restricción de Carga	700-5		√	Si			
			Verificar que los circuitos ramales de alumbrado de emergencia alimenten únicamente cargas de emergencia	700-15		√	Si			
		Tiempo de entrada en operación	Verificar que el sistema de potencia de emergencia suministre energía eléctrica en los 10 segundos siguientes al corte, a los sistemas de alumbrado y fuerza para áreas y equipos previamente definidos, y en caso de falla del sistema destinado a alimentar circuitos esenciales para la seguridad y la vida humana.	700-12 Art. 40° RETIE		√	Si			
		Ensayos	Verificar que se realicen ensayos cuando se exigen y que se suministren un programa y un registro escrito de los ensayos y mantenimientos periódicos	700-4		√	Si			
		Accesibilidad	Verificar que los dispositivos de sobre corriente de los circuitos ramales en los circuitos de emergencia sean accesibles solamente a personas calificadas	700-25		√	Si			
		Respaldo de baterías	Verificar que los grupos de baterías de acumuladores estén provistos de un cargador automático en los sitios donde se requiera respaldo adicional de energía. Este sistema debe proveer autonomía por 1 hora a plena carga sin que la tensión baje del 87.5% de su valor nominal	700-12 (a) Art. 40° RETIE		√	Si			



Ítem		Subtema	Lista de verificación de Instalaciones Eléctricas Aspecto	Artículo RETIE	Revisión en Oficina	Revisión en Campo	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	Observaciones - Ubicación de evidencia
		Disponibilidad de combustible	Verificar que los generadores, si se usan, tengan combustible en el sitio, adecuado al menos para 2 horas de operación, y que las Bombas de combustible, si las hay, estén alimentadas por una fuente de alimentación de emergencia	700-12 (b)		√	Si			
		Transferencia	Verificar que el equipo de transferencia sea automático, esté identificado para uso de emergencia, esté aprobado por la autoridad competente y esté diseñado e instalado de modo que impida la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de emergencia al hacer cualquier manipulación	700-6		√	Si			
		Señalización	Revisar los avisos colocados en el equipo de la acometida, que indica el tipo de sistema de emergencia y su ubicación, y los avisos en la ubicación de la puesta a tierra, que indican las fuentes Conectadas	700-8		√	Si			
			Revisar que las cajas y encerramientos tengan identificación permanente como componentes del sistema de emergencia	700-9 (a)		√	Si			
			Verificar que haya señales auditivas y visuales en donde se exijan.	700-7		√	Si			
		Alambrado	Verificar que el alambrado de emergencia sea completamente independiente de los otros alambrados, excepto como se permite específicamente para encerramientos, accesorios y cajas comunes	700-9 (b)		√	Si			
		Alumbrado de emergencia	Verificar que el equipo unitario para alumbrado de emergencia, si se usa, esté fijo en su sitio y conectado al mismo circuito que alimenta el alumbrado normal del área, antes de cualquier interruptor local.	700-12 (e)		√	Si			
			Verificar que la alimentación del alumbrado de emergencia en áreas servidas por dispositivos de alta intensidad de descarga se mantiene hasta que se restaure la iluminación normal.	700-16		√	Si			
			Verificar que el equipo de alumbrado de emergencia esté dispuesto de manera que un área no quede en total oscuridad por la falla de un solo elemento de alumbrado.	700-16		√	Si			
			Verificar que el alumbrado de emergencia se alimente automáticamente cuando falle la alimentación normal.	700-17, 700-18		√	Si			
			Verificar que cualquier interruptor que pueda desconectar la alimentación al alumbrado de emergencia sea fácilmente accesible, pero solamente a personas calificadas.	700-20, 700-21		√	Si			
		Tomacorrientes	Verificar que en el cuarto de la planta de emergencia se disponga de tomacorrientes para el precalentado y para cualquier otro uso necesario.	Artículo 40		√	Si			

## Anexo B. Acta Numero1

Santiago de Cali, Marzo 19 de 2008

### **ACTA. No 1**

Asunto: Preinspección con miras a certificación Retie de la obra CAM-Yumbo

De acuerdo con el recorrido de preinspección realizado en la obra, se observa que en el lugar donde va a ser ubicada la subestación, atraviesa una tubería de aguas negras, lo cual no cumple con el artículo 17 numeral 10 del reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, y que anexo en este documento.

Por lo cual se sugiere dicha tubería sea reubicada por el contratista al cual le corresponde esta labor, indicando los pormenores.

#### Artículo 17 numeral 10 RETIE

Verificar que en las subestaciones no crucen canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, excepto las tuberías de extinción de incendios y de refrigeración de los equipos de la subestación.

  
Edyon Muñoz Tejada  
Estudiante en Practica UAO

  
Néstor Valencia  
Ingeniero Encargado Obra

## Anexo C. Acta Numero 2

Santiago de Cali, Abril 03 de 2008

### **ACTA. No 2**



Asunto: Preinspección con miras a certificación Retie de la obra CAM-Yumbo

Según lo observado durante los recorridos de preinspección en la obra de CAM-Yumbo, se encuentra que algunas cajas de tomas y apagadores no cumplen con el código de colores según lo estipula el artículo 11.4 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, que se anexa a continuación.

#### Artículo 11 numeral 4 RETIE

Con el objeto de evitar accidentes por errónea interpretación de los niveles de tensión y unificar los criterios para instalaciones eléctricas, se debe cumplir el código de colores para conductores establecido. Se tomara como valido para determinar este requisito el color propio del acabado exterior del conductor o en su defecto, su marcación debe hacerse en las partes visibles, con pintura, con cinta, o rótulos adhesivos del color respectivo. Este requisito también es aplicable a conductores desnudos como barrajes.

  
Edwin Muñoz Tejada  
Estudiante en Practica UAO

  
  
Néstor Valencia  
Ingeniero Encargado Obra

## Anexo D. Acta Numero 3

Santiago de Cali, Abril 30 de 2008

### ACTA No 3

Asunto: Preinspección con miras a certificación Retie de la obra CAM-Yumbo

En la preinspección que se desarrolla en la obra, se ha verificado que toda la bandeja portacables instalada es tipo escalera, y requiere de tapa, como lo enuncia el artículo 318.6 NTC 2050 y el cable de fuerza instalado en dicha bandeja no esta cumpliendo con el artículo 17.11 inciso a) del Reglamento Técnico de Instalaciones eléctricas Retie. Los artículos se anexan a continuación.

#### 17.11.1 Bandejas portacables:

Las bandejas portacables, usadas para soportar canalizaciones o determinados conductores certificados y rotulados para uso en bandejas, deberán cumplir los requisitos de instalación establecidos en la sección 318 de la NTC 2050, o la IEC 60364-5-52; los de producto de una norma internacional como la IEC 61537, las normas NEMA VE1, NEMA VE2 o normas equivalentes y los siguientes requisitos:

a. Se permitirá el uso de conductor sencillo menor a 1/0 AWG, directamente sobre una bandeja, siempre que esté certificado y rotulado para ese uso y se cumplan las siguientes condiciones, cables de diámetro mayor o igual a 8 AWG en bandeja portacables con travesaños separados no más de 15 cm., cables de diámetro mayor o igual a 12 AWG en bandejas portacables con travesaños distanciados máximo 10 cm. o que se utilicen bandejas del tipo enmallado.

#### 318-6. NTC 2050 Instalación.

d) Tapas. En las partes o tramos en los que se requiera mayor protección, se deben instalar tapas o encerramientos protectores de un material compatible con el de la bandeja portacables.

  
Edwin Muñoz Tejada  
Estudiante en Practica UAO

  
COLREDES  
COMISIÓN COLOMBIANA DE REGULACIÓN DE ENERGÍA  
NIT 860.447.019-0  
  
Néstor Valencia  
Ingeniero Encargado Obra